ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Chemische Untersuchung der Eyer des javanischen Kasuars *(Casuarius orientalis. Struthio Casuarius L.)*;

vom

Med. Dr. Ritter von *Holger*.

Es ist schon lange bekannt, daſs die Eyer des javanischen Kasuars, der im Jahre 1597 in Europa bekannt wurde, und seit dieser Zeit häufig lebend zu sehen war, eine grünlich graue Farbe haben, und mit Vertiefungen und Erhöhungen, welche letztere höher grün gefärbt sind, auf ihrer Oberfläche besetzt vorkommen. Bisher wurden diese Eyer noch nie näher untersucht, wiewohl sie in Naturaliensammlungen nicht selten waren, und wegen ihrer schönen Farbe und auffallenden Zeichnung auch zur Verfertigung von Trinkgeschirren und ähnlichen Schaustücken benützt wurden. Jenes Exemplar dieses Vogels, welches der berühmte Reisende Hr. Dr. *Pohl* als Geschenk Ihrer Majestät der Kaiserin von Brasilien im October 1822 nach Wien brachte, und welches seit dieser Zeit auf der Terasse der k. k. Burg nebst andern seltenen Vögeln und Säugethieren lebte, gab Gelegenheit zu dieser Untersuchung. Es hatte zwar dieser Kasuar in den ersteren Jahren seines Hierseyns kein Ey gelegt, fing aber später zu legen an, und gab in den letzten drei Jahren 62 Stück von sich. Davon er-

schienen im Jahre 1827, 32 Stück, im Jahre 1828, 16 Stück. Im heurigen Jahre brachte er vom 3. Februar an bis April in Zwischenräumen von 5 — 7 Tagen vierzehn Eyer, wodurch er sich aber so erschöpft zu haben schien, daſs er von der Zeit des zuletzt gelegten Eyes an kränkelte, sichtbar abnahm, und mit Ende April mit Tode abging, nachdem er, der schon vollkommen ausgewachsen aus Brasilien kam, 6 1/2 Jahre in Wien gelebt hatte.

Durch die Güte des Herrn Regierungsrathes und k. k. Naturalien-Cabinetts-Directors, Dr. Ritter von *Schreibers*, erhielt ich eines dieser Eyer zur chemischen Untersuchung. Es hatte einen weiſsen Grund, und auf demselben eine Menge grüne, verschiedenartig zusammengeflossene Flecken, die als deutlich über den Grund erhaben gefühlt werden konnten, und dem ganzen Ansehen und ihrem Glanze nach täuschend so aussahen, als wären sie durch geschmolzenes, grün gefärbtes Wachs künstlich erzeugt. Unter vielen Eyern dieses Vogels, die ich bei dieser Gelegenheit sah, war nur auf wenigen die Erhabenheit dieser Puncte so deutlich zu fühlen, auch waren sie meistens von dem Grunde, der grünlich grau war, nicht deutlich durch ihre Färbung unterschieden, oder sie waren zu gröſseren Flecken zusammengeflossen. Ein Ey hatte im dritten Theile seiner Höhe ein gleichförmig grünlich grau gefärbtes, zwei Querfinger breites Band ohne alle Erhabenheit, das wie abgeschliffen aussah; ein anderes zeigte diese auffallende Glätte über seine ganze Oberfläche verbreitet.

Groſsen Einfluſs auf die verschiedene Höhe der Farbe hatte das Sonnenlicht, welches sie nach und nach ganz ausbleichte. Die Eyer waren sämmtlich groſs, regelmäſsig geformt, nur das, welches das glatte Band hatte, war länglich, fast wie gewalkt. Eines derselben wurde gewogen, und hatte sammt seinem Inhalte 38 Loth,

die getrocknete und gereinigte Schale für sich allein 4 Loth, 40 Gr.

Zur chemischen Untersuchung kochte ich die Eyschale mit ziemlich concentrirter Salzsäure; während sich ein Hühnerey leicht und ohne Rückstand unter starkem Aufbrausen darin löste, wurde von der Kasuareyschale nur ein Theil des carbonsauren Kalkes gelöst, indem der andere durch eine eyweifsstoffige Haut vor der Einwirkung der Säure geschützt blieb. Wurde die Schale, als das Aufbrausen geendiget war, aus der Säure genommen, so konnte man eine weifse, eyweifsstoffige Haut, welche ihre Rückseite deckte, abziehen, und eine ähnliche von der Vorderseite entfernen, die zwar auch weifs war, aber die grünen Farbepuncte, wie Knötchen eingeschlossen, enthielt, die durch den umhüllenden Eyweifsstoff so wohl geschützt waren, dafs die Säure durchaus nicht auf sie wirken konnte. Nur Salpetersäure, welche durch längeres Einwirken den Eyweifsstoff zernagte, löste auch den Farbestoff auf. — Die von beiden Häuten gereinigte Schale wurde nun wieder von der Säure angegriffen; diese löste nach einer Digestion von mehreren Tagen unter fortwährendem Aufbrausen allen Kalk auf, während die grüne Farbe des Rückstandes immer intensiver wurde, und es blieb am Ende eine, der von der Vorderseite abgezogenen ähnliche, eyweifsstoffige Haut zurück, welche durchaus grün gefärbt war, und von der Säure nicht mehr angegriffen wurde. Beide Häute waren von gleicher grüner Farbe, und verhielten sich bei nachfolgender abgesonderter Untersuchung gleich zusammengesetzt. Der in der Säure aufgelöste Kalk kam als Grundbestandtheil aller Eyerschalen nicht weiter in Betrachtung.

Der grüne Farbestoff wurde nun von Säure rein gewaschen, und in Ätzkali gekocht; dieses löste den

Eyweiſsstoff leicht auf, und lieſs den Farbestoff als eine dunkelgrüne Masse zurück, die sich in Säuren nur leicht und mit starkem Aufbrausen löset; der Rückstand wird, wenn man die Säure kochen läſst, zuerst rothbraun, und löset sich dann darin zu einer gelben Flüssigkeit auf.

Diese Auflösung gibt mit *kleesaurem Kali* einen weissen Niederschlag, sie enthält daher noch Kalk; mit *Ammoniak* gibt sie einen weiſsen Niederschlag, mit *Kalk* aber keine blaue Färbung, daher ist weder *Nickel-* noch *Kupferoxyd* darin enthalten. Auch gibt sie weder mit *Bleisalz* einen gelben, noch mit *Merkurprotoxydsalz* einen rothen Niederschlag, daher ist kein *Chromoxydul* vorhanden, denn dieses müſste während des Kochens mit Salpetersäure in Chromsäure verwandelt werden, und dann die angeführten Niederschläge geben.

Mit *Blutlaugensalz* entstand sogleich eine dunkelgrüne Färbung, aber kein Niederschlag, welches die Abwesenheit der bereits angeführten Metalloxyde noch weiter beweiset. Später bildet sich aus dieser grünen Farbe der blaue Niederschlag, Pariserblau, der das *Eisenoxyd* als vorhanden angibt.

Aus diesen Versuchen folgt:

1. Daſs der grüne Farbestoff keine thierische Materie sey, weil er sonst in der Kalilauge gelöst worden wäre.
2. Daſs von allen Metalloxyden, die ihn hätten erzeugen können, er bloſs allein durch das Eisen hervorgebracht werde.
3. Daſs nebst dem Eisenoxyd auch Kalk in seiner Mischung vorhanden sey.
4. Daſs beide Körper an Carbonsäure gebunden sind, weil sie sich unter starkem Aufbrausen in Säuren lösten.

5. Dafs das Eisen als Protoxyd im Farbestoffe vorhanden ist, weil sonst der von der Kalilauge zurückgelassene Rest nicht grün, sondern rothbraun hätte seyn müssen, und weil es überhaupt kein carbonsaures Eisenperoxyd, wohl aber ein carbonsaures Eisenprotoxyd gibt.
6. Dafs die Eyschale aufser dem carbonsauren Kalk noch mit Eyweifsstoff durchzogen sey, welcher den Farbestoff so in sich eingehüllet hat, dafs aufser den dynamischen Einflüssen, z. B. des Lichtes, nichts auf ihn wirken kann, was nicht im Stande ist, den Eyweifsstoff aufzulösen oder zu zerstören.

Das carbonsaure Eisenprotoxyd ist zwar *weifs*, wie es aber im mindesten mit feuchter Luft in Berührung kommt, wird ein Theil des Protoxydes zu Peroxyd erhoben, und es entsteht das carbonsaure Eisenprotoxydperoxyd *(Carbonas ferroso ferricus)*, welches grün, und zwar eben so grün wie diese Eyerschalen ist.

Wird letzteres noch länger in Berührung mit feuchter Luft gelassen, so entweicht während dem Trocknen die Carbonsäure ganz, das Eisen wird durchaus in Peroxyd verwandelt und gelbbraun gefärbt. Diefs würde auch bei diesen Eyern Statt finden, und sie würden nicht durch eine Stunde ihre grüne Farbe erhalten können, wenn nicht der Farbestoff durch die Einhüllung in Eyweifsstoff von den äufseren Einflüssen geschützt wäre.

Sind diese Eyschalen durch längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt, so wird das Eisenperoxyd reducirt, und das carbonsaure Eisenprotoxyd mit seiner weissen Farbe wieder hergestellt, daher auch die Farbe verschwindet; wirkt durch längere Zeit feuchte Luft, welche denn doch endlich durch die Poren dringt, auf den Farbestoff, so wird das gelbbraune Eisenperoxyd er-

zeugt, und die Farbe geht ins Gelbliche über. Daſs dieses wirklich der Fall sey, zeigte ein Versuch mit vorjährigen Eyschalen, die schon die Farbe verloren hatten. Als diese mit Kalilauge gekocht wurden, löste sich der Eyweiſsstoff von der Oberfläche auf, und die Schale blieb mit rothbraunen Flecken bedeckt zurück, welche an der Stelle der früheren grünen Flecke standen. Diese Zersetzung scheint jedoch nicht tief einzudringen, denn als die Schale darnach in Säure gelegt wurde, wurden die braunen Flecken mit einem Theile des carbonsauren Kalkes aufgelöset, und die grüne Farbe trat wieder hervor; und als die Säure zu wirken fortfuhr, blieb am Ende die früher angeführte eyweiſsstoffige Masse, welche den grünen Farbestoff enthielt, zurück. Sie wurde aber, weil dieſsmal Salpetersäure statt der Salzsäure angewendet worden war, als sie nach Entfernung des Kalkes mit der kochenden Säure in Berührung kam, von dieser zerlegt, und das Eisen, während die Carbonsäure aufbrausend entwich, vom Rande nach einwärts zu rothbraun gefärbt, und endlich aufgelöset.

Wenn schon gegen die Bleichung durch Sonnenstrahlen nicht leicht ein Schutzmittel aufgefunden werden wird, so muſs sich doch die Zersetzung durch feuchte Luft durch Firnisse abhalten lassen; diese dürfen aber keinen Körper enthalten, der, wie z. B. das Leinöhl, Oxygen aus der Atmosphäre anziehen und es wieder an das Eisenoxydul absetzen könnte. Der Firniſs aus gebleichtem Schellack dürfte zu diesem Zwecke allen andern vorzuziehen seyn.

* * *

Da nun das Eisen an den Eyern des javanischen Kasuars nachgewiesen war, war es natürlich zu vermuthen, daſs wenn die Lebensthätigkeit dieses Vogels im Stande war, so viel Eisenoxydul zu erzeugen, der Bedarf

eines warmblütigen Thieres an diesem Metall für das Blut und die Muskelsubstanz gedeckt, und aufserdem eine so bedeutende Menge ausgesondert werden konnte, sich dieses auch in andern Theilen seines Körpers vorfinden könne. Nun mufsten aber die Federn dieses Vogels zuerst durch ihre tiefschwarze Farbe zur Prüfung derselben auf Eisen auffordern. Ich kochte zu diesem Ende dieselben in Ätzkalilauge, erhielt eine rothbraune alkalische Auflösung, welche durch Säure neutralisirt blafsgelb wurde, aber keinen Niederschlag absetzte, und auch mit Blutlauge nicht auf Eisen reagirte; dabei blieb der schwarze Farbestoff derselben ungelöset und unverändert zurück. Dieser löste sich in kochender Salpetersäure, nachdem er zuerst seine schwarze Farbe in eine rothbraune verändert hatte, nicht gar leicht, gab eine gelbe Auflösung, in welcher Ammoniak einen rothbraunen, Blutlauge einen blauen Niederschlag erzeugte, wornach das Eisen als färbender Stoff dieser Federn erwiesen war. Sollte man dieses als Eisensalz annehmen, dann hätte es nur gallussaures Eisenperoxyd seyn müssen, weil wir kein anderes schwarzes Eisensalz kennen; allein dieses wäre durch die Kalilauge zerlegt, und das reine Eisenperoxyd als brauner Rückstand ausgeschieden worden, es mufste daher als Eisencarbonid angesehen werden, indem es nur dieselbe Verbindung von Eisen und Kohlenstoff war, die im oxydirten Zustande als Salz durch den Unterleib an den Eyern, im desoxydirten durch die Haut an den Haaren ausgeschieden wurde. Als reines Eisenprotoxyd konnte dieser Farbestoff nicht angesehen werden, denn diefs ist nicht schwarz, sondern grauschwarz, auch war eine so innige Mengung desselben mit den organischen Stoffen nicht denkbar, wie diefs zur Hervorbringung einer so gleichförmigen Farbe nöthig gewesen wäre. *Berzelius* glaubt,

dafs solche schwarze Eisencarbonide durch trockene Destillation einer Verbindung des Eisens mit organischen Säuren entstehen können; er weiset ihre Existenz durch Versuche nach, wenn Doppelcyanide des Eisens mit andern schweren und leichten Metallen auf ähnliche Weise behandelt werden. Sie sind zwar bisher noch nicht im Verhältnisse des carbonsauren Eisens zusammengesetzt gefunden worden, indefs kann man doch nicht läugnen, dafs in der chemischen Werkstätte des organischen Lebens Verbindungen hervorgebracht werden können, die aufser derselben darzustellen unmöglich ist.

Die Excremente würden wohl auch eisenhältig gewesen seyn, allein zu der Zeit, wo ich die Untersuchung derselben vornehmen wollte, war der Kasuar schon krank, ich konnte sie daher, da sie nicht mehr im normalen Zustande zu bekommen waren, nicht als Grundlage einer Prüfung erkennen, die für den gesunden Zustand des Thieres einen Schlufs erlauben sollte.

Wenn man nun die Menge des Eisens erwäget, die in den Haaren dieses grofsen Vogels vorhanden seyn mufste, und die zur Färbung der Eyer erforderlich war, so mufs diefs um so mehr auffallen, als die Nahrung desselben rein vegetabilisch ist. Er bekam Brot, Mais, Möhren, Obst, Kohl, Salat, und nur wenig Rinderherz. Wenn es gleich sehr wahrscheinlich ist, dafs das Eisen, welches in dem Blute warmblütiger Thiere vorkommt, wenigstens zum Theil Product des Lebensprozesses ist, so findet es sich doch nur in geringer Menge daselbst; hier wird es aber in solcher Menge erzeugt, dafs aufser dem Bedarf des organischen Lebens noch ein bedeutender Antheil ausgeschieden werden kann, und doch ist der Vegetationsprozefs nicht so energisch in diesem Thiere, wie in vielen andern, die keine metallhältigen Auswurfstoffe haben. So unerklärbar jedoch

dieses einzelne Factum vor uns steht, so dürfte es jedoch zur chemischen Untersuchung ähnlicher Theile anderer Vögel auffordern, denn grün gefleckte Eyer und schwarze glänzende Federn sind unter ihnen keine Seltenheit. Es würde sich gewiſs bei mehreren das Eisen auf ähnliche Art nachweisen lassen, und dann erst durch die Vergleichung ihrer gegenseitigen Lebensweise eine tiefere Einsicht in den vegetativen Lebensprozeſs dieser Thierclasse eröffnen.

Eine genaue Vergleichung der Menge des Eisens, die sich im Blute des Kasuars und anderer eisenabsondernder Vögel und in ihren Auswurfsstoffen findet, mit der Eisenmenge des Blutes solcher Thiere, die kein Metall aussondern, vorzüglich vielleicht der Raubvögel und Raubthiere, dürfte etwa lehren, daſs diese einen Stoff ganz in sich tragen, der, wenn auch nicht Ursache, doch Zeichen eines energischen, mehr nach auſsen thätigen Lebens und gröſserer Wildheit des Charakters ist, während jene, wenn sie gleich eben so viel davon erzeugen, ihn zum Theil aussondern müssen, weil sie auf einer Stufe zu stehen bestimmt sind, von welcher aus sie jene an Energie des Lebensprozesses nie erreichen sollen.

Immer bleibt es merkwürdig, daſs gerade dieses so häufige, schnell auf einander folgende Eyerlegen, welches noch nie in dem Grade bei diesem Kasuar beobachtet wurde, seiner letzten Krankheit unmittelbar vorherging. Als ich ihn sah, trug er das Gepräge allgemeiner Erschöpfung deutlich an sich, und dieser muſste er auch unterliegen, wenn, durch irgend eine unbekannte Ursache angeregt, er eine so ungewöhnliche Menge eines Körpers in sich erzeugte, dessen Darstellung die gröſste Intension des thierisch-organischen Lebensprozesses voraussetzt.

II.

Über die Grundgesetze der Wärme, und über das wahre Maſs der Temperaturen;

von

Joseph Schitko,

k. k. Bergrath und Professor an der Bergacademie zu Schemnitz.

(Fortsetzung des in dem 4ten Bande S. 436 dieser Zeitschrift enthaltenen Aufsatzes.)

Die Thermometer können uns nur die fühlbare, freie Wärme angeben. Es ist aber bekannt, daſs die Körper noch auſserdem Wärme in einem solchen Zustande enthalten, in welchem sie auf das Thermometer nicht einwirkt. Man nennt sie gewöhnlich latente oder gebundene Wärme. Die absolute Menge der Wärme, die ein gegebener Körper in sich enthält, können wir zwar nicht bestimmen, weil uns noch kein Mittel bekannt ist, sie in einen freien, und auf irgend eine Art meſsbaren Zustand zu versetzen; allein die Bestimmung derjenigen Wärmemenge, die ein Körper aufnimmt, um von einer gegebenen Temperatur auf eine andere zu gelangen, oder um eine bestimmte Änderung in seinem Aggregatzustande zu erleiden, dürfte nicht unter die unmöglichen Aufgaben gehören. *Wilke*, *Crawford*, *Mayer*, *Lavoisier*, *Laplace* und viele Andere waren bemüht, die specifische Wärme, das ist, die verhältniſsmäſsige Menge der Wärme, die verschiedene Körper zur Erlangung einer gleichen Temperatur erfordern, durch Versuche zu bestimmen. Eben so war *Black* mit Anderen beflissen, die Quantität derjenigen Wärme anzugeben, welche die Körper beim Übergange aus einem

Aggregatzustande in den andern binden oder entbinden. Allein über die Wärmemenge, die ein und derselbe Körper in verschiedenen Temperaturen aufnimmt, sind bisher nur wenige Versuche vorgenommen worden. Man war vielmehr der Meinung, dafs die Capacität zur Wärme bei verschiedenen Temperaturen unverändert dieselbe bleibe. Allein, wenn man bedenkt, dafs die Ausdehnung schon die erste Veränderung ist, die der Körper durch die Wärme erleidet; so wird es nicht unwahrscheinlich, dafs schon diese Veränderungen verschiedene Wärmemengen erfordern werden. *Dulong* und *Petit* haben hierüber entscheidende Versuche angestellt, und gefunden, dafs allerdings die Capacität zur Wärme mit der Temperatur zunehme. Die aufgefundenen Resultate sind in *Schweigger's* Journal für Chemie und Physik, XXV. B. 319 enthalten.

Es ist nun zu bestimmen, von welchem Umstande die Veränderung in der Wärme-Capacität bei verschiedenen Temperaturen abhänge. Ich stelle mir vor, dafs die Wärme, die ein Körper aufnimmt, die aber das Thermometer nicht in gleichem Mafse angibt, durch eine wachsende Anziehung gegen die Körperelemente in ihrer freien Expansivkraft beschränkt werde. Da ich nun den Grundsatz aufstellte, dafs die Ausdehnung der Körper durch die Wärme wegen des abnehmenden Widerstandes so zunehme, als wenn die Temperatur um einen aliquoten Theil im quadratischen Verhältnisse der Wärmegrade wüchse; so ist zu vermuthen, dafs die Körperelemente in demselben Verhältnisse, als sie der Expansivkraft der Wärme minder widerstehen, und durch ihre Entfernung von einander sich gegenseitig weniger anziehen, gegen den Wärmestoff eine gröfsere Anziehung ausüben, und denselben in seiner freien Expansion mehr binden werden.

Will man nun den aliquoten Theil der Wärme, die auf diese Art gebunden und latent wird, mit γ bezeichnen; so wird bei x Graden der freien Wärme, die durch eine zunehmende Ausdehnung latent gewordene Wärme γx^2, und die Wärmemenge, die der Körper zur Erlangung einer Temperatur von x Graden über einen bestimmten Temperaturspunct aufnimmt, $x + \gamma x^2$ betragen müssen. Ich will diese aus freier und gebundener Wärme zusammengesetzte Menge die vereinte oder gesammte Wärme nennen. Es wird sich hiernach die fühlbare Wärme zur Gesammtwärme wie $x : x + \gamma x^2$, oder wie $1 : 1 + \gamma x$ verhalten. Will man die Verhältnifsgröfse $1 + \gamma x$ die Temperaturs-Capacität nennen; so wird sie für eine jede gegebene Temperatur angeben, wie viel Mal mehr Wärme der Körper in sich aufgenommen hat, als das Thermometer wirklich anzeigt. Wird $x = 0$ gesetzt, so ist die Temperaturs-Capacität gleich Eins, das ist: sie ist bei demjenigen Temperaturspuncte, von welchem die Wärmegrade gezählt werden, zur Einheit gesetzt.

Das bisher Angeführte gilt nur in Bezug auf einen und denselben Körper, der auf verschiedene Temperaturen gebracht wird. Werden aber verschiedene ungleichartige Körper von gleichen Massen auf gleiche Temperaturen gebracht, so ist es einleuchtend, dafs sie wegen ihrer ursprünglich ungleichen Anziehung zum Wärmestoffe auch eine ungleiche Menge an Wärme binden werden. Will man das specifisch verschiedene Bindungsvermögen mit δ bezeichnen; so wird $\delta\,(1 + \gamma x)$ die specifische Capacität, und $\delta\,(1 + \gamma x)\,x$ die specifische Wärmemenge für jede gegebene Temperatur ausdrücken. Wird hier $x = 0$ gesetzt, so ist die Wärme-Capacität $= \delta$, also keineswegs eine Einheit. Man kann aber bei einem angenommenen Körper, wie zum Beispiele bei

dem Wasser, die ursprüngliche Bindungskraft zur Einheit setzen, und darnach die Werthe von δ für andere Materien bestimmen.

Da sich im Übrigen die Wärmemenge auch nach der Masse des Körpers richtet; so ist, wenn man die Massen mit m, M, und die Quantitäten der Wärme mit q und Q bezeichnet:

$$q : Q = m\delta(1 + \gamma x)x : M\delta'(1 + \gamma' X)X.$$

Wird $m = M$ und $x = X$ gesetzt; so erhält man das Verhältniſs der specifischen Wärme, wie

$$\delta(1 + \gamma x) : \delta'(1 + \gamma' x).$$

Bei gleichartigen Körpern ist $\delta = \delta'$ und $\gamma = \gamma'$, und daher

$$q : Q = m(1 + \gamma x)x : M(1 + \gamma X)X.$$

Um nun zu sehen, wie diese aufgestellte Theorie mit der Erfahrung übereinstimmen werde, ist es vor allem erforderlich, die Werthe von δ und γ zu bestimmen. Zu diesem Ende kann man sich derjenigen Methode bedienen, nach welcher gleichartige oder ungleichartige Körper von verschiedener Temperatur gemengt werden, und wobei die gemeinschaftliche Temperatur, welche die Körper nach der Mengung annehmen, beobachtet wird.

Werden zwei gleichartige Massen M und m von den Temperaturen X und x vermengt, und wird dann nach der Vermengung die gemeinschaftliche Temperatur z gefunden; so ist die Quantität der Wärme vor der Mischung

$$M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2),$$

und nach der Vermischung

$$(M + m)(z + \gamma z^2).$$

Da aber die Wärmemengen vor und nach der Mischung

einander gleich seyn müssen, so ist

$$M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2) = (M + m)(z + \gamma z^2);$$

woraus sich der Werth von γ bestimmen läſst. Es ist nämlich

$$\gamma = \frac{(M + m) z - (MX + mx)}{MX^2 + mx^2 - (M + m) z^2} \text{ oder}$$

$$= \frac{m(z - x) - M(X - z)}{M(X^2 - z^2) - m(z^2 - x^2)}.$$

Ist $x = 0$; so hat man

$$\gamma = \frac{(M + m) z - MX}{MX^2 - (M + m) z^2} \text{ oder}$$

$$= \frac{mz - M(X - z)}{M(X^2 - z^2) - mz^2}.$$

De Luc hat zahlreiche Versuche dieser Art mit Wasser angestellt. Werden zwei gleiche Wassermassen, wovon die eine die Temperatur des natürlichen Gefrierpunctes, und die andere des Siedpunctes hat, mit einander vermengt; so hat *De Luc* nach der Mischung die Temperatur von 38,6° *R.* oder 48,25 *C°* gefunden, welche 42,7171 eigentliche Wärmegrade geben. Da nun nach diesem Versuche

$x = 0$, $X = 80{,}1494\, W^0$, $z = 42{,}7171\, W^0$ und $M = m$

ist; so ergibt sich $\gamma = 0{,}0019048$.

Ist nun der Werth von γ gefunden; so läſst sich auch z, das ist: die gemeinschaftliche Temperatur, die bei jeder anderen Vermischung Statt findet, durch Berechnung bestimmen. Es ist nämlich

$$z = \frac{-1 + \sqrt{\frac{4\gamma\left(M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2)\right)}{M + m} + 1}}{2\gamma}.$$

Ist $x = 0$; so hat man

$$z = \frac{-1 + \sqrt{\frac{4\gamma M(X + \gamma X^2)}{M + m} + 1}}{2\gamma}$$

Werden 3 Theile Wasser von Null Graden mit einem Theile von der Temperatur des Siedepunctes gemengt; so sollte nach dem arithmetischen Mittel die Temperatur von 20 R^0 zum Vorschein kommen. *De Luc* fand sie aber 18,9 R^0 oder 23,625 C^0, die 22,1732 eigentliche Wärmegrade betragen. Hier ist $x = 0$, $X = 80,1494\ W^0$, $m = 3$ und $M = 1$; werden diese Daten in die Gleichung für z substituirt, so erhält man durch Berechnung die gemeinschaftliche Temperatur $z = 22,1610\ W^0$, die nur um 0,0122 kleiner als die beobachtete ist.

Werden hingegen 3 Theile von 80 R^0 mit einem Theile von 0° gemischt, so sollte nach der *Richmann'*schen Regel die Temperatur von 60° *R.* zum Vorschein kommen. *De Luc* fand sie aber 59 R^0 oder 73,75 C^0, welche 61,9722 W^0 geben.

Wenn man diese Werthe, nämlich

$$x = 0, \quad X = 80,1494, \quad m = 1 \quad \text{und} \quad M = 3$$

in die frühere Formel setzt; so wird man die Mischungstemperatur $z = 61,9735\ W^0$ finden, die nur um 0,0013 gröſser als die beobachtete ist.

Später stellte *Flaugergues* diese Versuche nochmals mit einem vorzüglich groſsen Aufwande von Sorgfalt und mit groſser Vorsicht an. Er erhielt folgende Resultate:

3 Thl. Wasser von 0°, und 1 Thl. von 80 R^0 gaben 19,86 R^0 oder 24,825 C^0.

2 Thl. Wasser von 0°, und 2 Thl. von 80 R^0 gaben 39,81 R^0 oder 49,7625 C^0.

1 Thl. Wasser von 0°, und 3 Thl. von 80 R^0 gaben 59,87 R^0 oder 74,8375 C^0.

Werden die Wärmegrade der Centes. Scale in die eigentlichen wahren übersetzt; so ergibt sich aus dem mittleren Versuche $\gamma = 0,002988169$, und es zeigt sich

zwischen der Erfahrung und Theorie folgende Übereinstimmung:

Versuche.	Temperatur der Mischung.			Unterschied.
	Beobachtet.		Berechnet.	
1.	24,8250 C°	23,2280 W°	23,2245 W°	0,0035
2.	49,7625 »	43,9109 »	43,9109 »	0,0000
3.	74,8375 »	62,7556 »	62,7448 »	0,0108

Flaugergues fand die Temperaturen der Mischungen etwas höher, als *De Luc.* Dieses dürfte der großen Sorgfalt, die jener bei diesen Versuchen angewendet haben mochte, zuzuschreiben seyn. Mir ist das Verfahren, welches dabei beobachtet wurde, nicht bekannt. Allein es ist auch möglich, daſs man aus allzu groſser Vorsorge, ja keine Wärme zu verlieren, in den entgegengesetzten Fehler verfallen könne. Wenn man, zum Beispiel, das Behältniſs, in welchem die Mischung vorgenommen wird, in der Voraussetzung, daſs die Temperatur der Mischung das arithmetische Mittel erlangen solle, auf diese Temperatur bringt; so muſs die Mischung einen höheren Wärmegrad erhalten, als es bei übrigens gleichen Umständen seyn sollte.

Da sich nun die Menge der Wärme, die ein gegebener Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur in sich aufnimmt, nicht nur nach der freien Wärme x, sondern auch nach der gebundenen γx^2 richtet, und daher durch $x + \gamma x^2$ bestimmt wird; so ergibt sich die Gesammtwärme des Wassers beim Siedepuncte nach *De Luc's* Versuchen mit 92,3857, nach *Flaugergues* aber mit 99,3454.

Man kann aber auch noch von einer anderen Ansicht ausgehen, um die Gesammtwärme unabhängig von

den Versuchen zu bestimmen. Wenn der Widerstand, den die Körpertheile der ausdehnenden Kraft der Wärme entgegen setzen, bei allen Körpern und in allen Temperaturen derselbe bliebe, oder wenn vielmehr kein Widerstand Statt fände; so könnte auch die Anziehung zum Wärmestoffe mit der Ausdehnung nicht wachsen. Die gesammte Wärme, die der Körper zur Erlangung einer bestimmten Ausdehnung erfordert, müfste ganz als freie Wärme hervortreten. Unter dieser Voraussetzung müfste auf eine ähnliche Art, wie bei den expansiblen Flüssigkeiten

$$1 + \mu' y' = (1 + \mu')^q \quad \text{und} \quad q = \frac{\log.(1 + \mu' y')}{\log.(1 + \mu')}$$

seyn, wo μ' und y' die in dem vierten Bande dieser Zeitschrift angegebene analoge Bedeutung haben; q bezeichnet aber die gesammte Wärme.

Um nun die Gesammtwärme zu finden, ist lediglich die für eine gleichförmige Ausdehnung bestimmte Gröfse μ', und die der Ausdehnung entsprechenden Grade y' zu wissen erforderlich. Da aber Thermometer, die aus verschiedenen Materien verfertigt sind, keine vollkommen übereinstimmenden Grade nach der gemeinen Scale anzeigen, und nur beim Siedepuncte zusammentreffen; so ist es am einfachsten, wenn man die Gesammtwärme vorerst für den Siedepunct bestimmt. Will man das Volumen, welches ein gegebener Körper beim Siedepuncte annimmt, mit v bezeichnen, so ist die gesammte Wärme für diesen Temperaturspunct $= \frac{\log. v}{\log.(1 + \mu')}$.

Ich will nach dieser Ansicht vorerst die vereinte Wärme des Wassers bestimmen.

Das Gesetz für die gesammte Wärme des Wassers sollte eben so, wie jenes für die Ausdehnung, nur von der gröfsten Dichtigkeit, die das Wasser annimmt, bis

zum Siedepuncte gelten. Da man aber bei den bisherigen Bestimmungen den natürlichen Gefrierpunct zum Anfangspuncte wählte; so will ich auch von diesem Puncte ausgehen. Es ist zu vermuthen, daſs sich das Gesetz der Capacität für die Wärme auſserhalb der gröſsten Dichte des Wassers bis zu dessen Gefrierpuncte nicht merklich verändern werde. Da nun die Ausdehnung des Wassers beim Siedpuncte 0,04497 beträgt; so ergibt sich für eine 100theilige Eintheilung $\mu' = 0{,}0004497$. Es ist daher die gesammte Wärme, die das Wasser vom natürlichen Gefrier- bis zum Siedpuncte aufnimmt, $= \frac{\log 1{,}04497}{\log. 1{,}0004497} = 97{,}8177$. Nach *Flaugergues* Mischungsversuchen sollte sie 99,3454, und nach *De Luc's* 92,3857 betragen.

Wird von dieser gefundenen Gesammtwärme die fühlbare Wärme, nämlich 80,1494 W^0 abgezogen, so ergibt sich die bei der Ausdehnung wegen des nachlassenden Widerstandes latent gewordene Wärme = 17,6683, und man erhält

$$\gamma = \frac{97{,}8177 - 80{,}1494}{80{,}1494^2} = 0{,}00275038.$$

Im Allgemeinen ist $\gamma = \frac{\log. v - x \log. (1 + \mu')}{x^2 \log. (1 + \mu')}$, wo x die eigentlichen Wärmegrade des Siedpunctes bedeutet.

Für das Quecksilber ist

$$\mu' = 0{,}00018018 \quad \text{und} \quad v = 1{,}018018.$$

Werden diese Werthe in die Gleichungen für q und γ substituirt; so erhält man die gesammte Wärme, die das Quecksilber vom natürlichen Gefrier- bis zum Siedpuncte aufnimmt $= 99{,}1752\ W^0$ und $\gamma = 0{,}0029633$.

Auf gleiche Art habe ich die Gröſsen q und γ für nachfolgende Materien berechnet:

Für das Eisen ist . .	$q = 99{,}9350$,
	$\gamma = 0{,}0030794$.
» » Kupfer ist . .	$q = 99{,}9148$,
	$\gamma = 0{,}0030768$.
» » Zink ist . .	$q = 99{,}8538$,
	$\gamma = 0{,}0030673$.
» » Glas ist . . .	$q = 99{,}9504$,
	$\gamma = 0{,}0030824$.
» Luft und Dampf ist	$q = 85{,}0801$,
	$\gamma = 0{,}0007675$.

Das bisher Angeführte bezieht sich blofs auf Körper einerlei Art, die auf verschiedene Temperaturen gebracht werden. Bei dieser Betrachtung konnte das ursprüngliche Bindungsvermögen zur Einheit gesetzt werden. Wenn aber Körper verschiedener Art mit einander verglichen werden, so kann auch die Kraft, mit der sie die Wärme binden, verschieden seyn. Wenn zum Beispiele das Bindungsvermögen im Wasser 33 Mal gröfser als im Quecksilber seyn sollte; so wird sich die Wärme-Capacität des Wassers zu jener des Quecksilbers bei gleichen Massen und Temperaturen wie
$33(1+\gamma' x) : 1+\gamma x$ oder wie $1+\gamma' x : \frac{1}{33}(1+\gamma x)$, und überhaupt wie $1+\gamma' x : \delta(1+\gamma x)$ verhalten müssen.

Sind die Gröfsen γ' und γ für das Wasser und für jeden andern gegebenen Körper durch Versuche oder durch Ableitung aus dem Ausdehnungsgesetze bekannt; so läfst sich dann auch das specifische Bindungsvermögen δ bestimmen. Zu diesem Ende kann man sich auch hier der Mischungen ungleichartiger Materien, in so weit sie zulässig sind, bedienen.

Werden zwei ungleichartige Körper, deren Massen m, M, und Temperaturen x, X sind, mit einander ver-

mengt, und erlangt die Mischung die Temperatur z; so ist die Wärmemenge vor der Mischung

$$m\delta(x + \gamma x^2) + M\delta'(X + \gamma' X^2),$$

und nach der Mischung

$$m\delta(z + \gamma z^2) + M\delta'(z + \gamma' z^2);$$

da nun diese Werthe einander gleich seyn müssen, so ist

$$\delta' : \delta = m\left(z + \gamma z^2 - (x + \gamma x^2)\right) : M\left(X + \gamma' X^2 - (z + \gamma' z^2)\right).$$

Das ist: das ursprüngliche Bindungsvermögen stehet im umgekehrten Verhältnisse der Unterschiede der gesammten Wärme. Wird die wärmebindende Kraft des Wassers zur Einheit gesetzt; so hat man

$$\delta = \frac{M(X + \gamma' X^2 - (z + \gamma' z^2))}{m(z + \gamma z^2 - (x + \gamma x^2))}.$$

Wird zum Beispiele ein Pfund Wasser von 100 C^0 mit einem Pfunde Quecksilber von 0° gemengt, so wird die Mischung die Temperatur von 96,8 C^0 annehmen. Nach der gewöhnlichen Berechnung in der Voraussetzung, daſs sich die Capacitäten zur Wärme mit den Temperaturen nicht ändern, ergibt sich die specifische Wärme des Quecksilbers 0,033. Werden aber die angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt, und in die Gleichung für δ substituirt, wo $X = 80{,}1494$, $z = 78{,}0260$, $\gamma = 0{,}00296$ und $\gamma' = 0{,}00275$ zu setzen sind; so ergibt sich $\delta = 0{,}03197$.

Da sich nun die specifische Wärme nicht nur nach dem ursprünglichen Bindungsvermögen, sondern auch nach der Temperaturs-Capacität richtet; so steht sie bei gleichen Temperaturen in dem Verhältnisse, wie $1 + \gamma' x : \delta(1 + \gamma x)$, oder wie $1 : \frac{\delta(1 + \gamma x)}{1 + \gamma' x}$. So wird sich zum Beispiele die specifische Wärme des Quecksilbers für den Siedpunct

$$= 0{,}03197 \left(\frac{1 + 0{,}00296 \times 80{,}1494}{1 + 0{,}00275 \times 80{,}1494}\right) = 0{,}03240$$

ergeben.

Nach der gewöhnlichen Berechnungsart findet man sie 0,033. *Lavoisier* und *Laplace* fanden sie mittelst des Calorimeters 0,029.

Auf eine ähnliche Art wird man die specifische Wärme des Quecksilbers bei 300 C^0 oder 178,5636 W^0 gleich 0,0328 finden.

Dulong und *Petit* fanden die Wärme-Capacität des Quecksilbers bei 100 C^0 0,033, und bei 300 C^0 0,035; wobei sie sich eines Luftthermometers bedienten. Sie würden diese Zunahme geringer gefunden haben, wenn sie die Wärmegrade nach dem Quecksilberthermometer in die Rechnung gebracht hätten. Nach ihrer Angabe sind 300 Grade des Luftthermometers gleich 314,15 Graden des Quecksilberthermometers zu setzen. Übrigens scheinen sie die mit der Temperatur wachsende Capacität des Wassers nicht erforschet und in keinen Anschlag gebracht zu haben.

Wenn 1 Pfund gewöhnliches Glas, das auf 86 C^0 nach der gemeinen Scala erhitzt wurde, in 10 Pfund Wasser von 0^0 gebracht wird; so steigt die Temperatur des Wassers auf 1,470 C^0. Hiernach hat *Biot* die specifische Wärme des Glases = 0,1739 gefunden. Werden aber die angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt; so wird man 86 C^0 = 70,63878, und 1,470 C^0 = 1,46788 W^0 finden, und es wird sich $\delta = 0{,}1740$ ergeben. Für den Siedpunct wird man auf die früher angegebene Art die specifische Wärme des Glases = 0,1778 finden. *Dulong* fand sie = 0,177, und *Lavoisier* mittelst des Calorimeters = 0,1929. Bei 300 C^0 oder 187,5636 W^0 steigt sie auf 0,1811. *Dulong* gibt sie bei 300 Luftthermometergraden mit 0,190 an.

Wird ein Pfund Eisen von 100 C^0 in ein Pfund Wasser von 0^0 eingetaucht; so findet man die Temperatur nach der Mittheilung $= 9{,}9\ C^0$. Hieraus ergibt sich nach der gewöhnlichen Berechnung die specifische Wärme des Eisens $= 0{,}10987$.

Da $9{,}9\ C^0$ $9{,}6429$ eigentliche Wärmegrade geben, und für Eisen $\gamma = 0{,}003079$ ist; so wird $\delta = 0{,}10998$ gefunden.

Beim Siedpuncte ist die specifische Wärme des Eisens $= 0{,}11236$. *Lavoisier* fand sie 0,1105. Bei 300 C^0 oder 187,5636 W^0 ist sie 0,1145. *Dulong* fand die specifische Wärme des Eisens bei 100 C^0 0,1098, und bei 300 Luftthermometergraden 0,1218.

Obschon das von *Lavoisier* und *Laplace* angegebene Calorimeter sehr viel Vorsicht in der Behandlung erfordert, um gleichbleibende Resultate zu erhalten; so ist es doch das einzige Mittel, um über die Wärme-Capacität der Körper ohne Einfluſs einer Theorie zu entscheiden. Werden die Körper, die man in dieser Hinsicht untersuchen will, auf gleiche Temperaturen gebracht, und dann im Calorimeter bis zum Eispuncte abgekühlt; so werden die durch die Wärme dieser Körper geschmolzenen Eismengen das Verhältniſs ihrer specifischen Wärme angeben, ohne daſs die Temperaturen auf irgend eine Art in Rechnung gebracht werden dürfen. Allein leider sind die Versuche nicht immer auf diese Art ausgeführt worden. Man hat sich dabei auch verschiedener Temperaturen bedient, und die geschmolzenen Eismengen wurden dann für gleiche Temperaturen in der Voraussetzung berechnet, daſs die Capacität zur Wärme in allen Temperaturen dieselbe bleibe, und die Menge des geschmolzenen Eises mit der Anzahl der Wärmegrade im Verhältnisse stehe. So haben *Lavoisier* und *Laplace* gefunden, daſs ein Pfund Wasser, dessen

Temperatur auf 75 C^0 erhöht wurde, genau ein Pfund Eis schmelze. Hieraus wird nun gefolgert, dafs es für jeden Wärmegrad der 100theiligen Scale $\frac{1}{75} = 0,013333$ Pf., und bei 100 C^0 1,3333 Pf. schmelzen würde. Dieses Datum liegt allen übrigen Bestimmungen zu Grunde, während die übrigen untersuchten Körper auf andere Temperaturen gebracht wurden. So wurden 7,7070319 Pf. Eisenblech bis auf 78 R^0 oder 97,5 C^0 erhitzt, und das Calorimeter gab 1,109795 Pf. geschmolzenes Eis. Hieraus wird auf gleiche Art gefolgert, dafs ein Pfund von diesem Eisenbleche für einen Grad der Centes. Scale 0,0014735 Pf., und bei 100 C^0 0,14735 Pf. schmelzen würde, und dafs sich daher die specifische Wärme des Wassers zu jener des Eisens wie 1,3333 : 0,14735, oder wie 1 : 0,1105 verhalte.

Dafs diese Reduction von verschiedenen Temperaturen auf eine und dieselbe Temperatur eine in allen Temperaturen sich gleich bleibende Capacität voraussetzt, ist deutlich. Allein gegen diese Annahme sprechen die Versuche, welche *De Luc* und *Flaugergues* mit Wasser, und *Dulong* und *Petit* mit Quecksilber, Eisen, Glas und mehreren andern Körpern angestellt haben. Nach der von mir aufgestellten Ansicht müssen sich die Eismengen, die ein und derselbe Körper in verschiedenen Temperaturen schmelzen würde, wie die vereinigten Wärmemengen verhalten. Wenn p und P das Gewicht des geschmolzenen Eises bedeuten, so ist

$$p : P = x + \gamma x^2 : X + \gamma X^2.$$

Da es nun aus Versuchen bekannt ist, dafs 1 Pf. Wasser von 75 C^0 oder 62,8723 W^0 1 Pf. Eis schmilzt; so läfst sich nun auch finden, wie viel 1 Pf. Wasser von 100 C^0 oder 80,1494 W^0 schmelzen würde. Wird hier $\gamma = 0,00275$ gesetzt; so ergibt sich die geschmolzene Eismenge beim Siedpuncte $= 1,32643$ Pf.

Da ferner zu Folge des Versuches 7,7070319 Pf. Eisenblech von 97,5 C^0 oder 78,4799 W^0 1,109795 Pf. Eis schmolz; so wird, $\gamma = 0{,}003079$ gesetzt, auf eine gleiche Art gefunden, daſs 1 Pf. Eisenblech von der Temperatur des Siedpunctes 0,1477 schmelzen würde. Hieraus ergibt sich nun die specifische Wärme des Eisenbleches für den Siedpunct $= \frac{0{,}1477}{1{,}3264} = 0{,}1113$, die dem aus dem Mischungsversuche gefundenen Resultate näher kommt.

Wenn unter p und P die Eismengen, die zwei ungleichartige Körper schmelzen, verstanden werden; so ist im Allgemeinen

$$p : P = m\delta\,(x + \gamma x^2) : M\delta'\,(X + \gamma' X^2)$$

$$\text{und} \quad \delta : \delta' = \frac{p}{m\,(x + \gamma x^2)} : \frac{P}{M\,(X + \gamma' X^2)}.$$

Das ist: das ursprüngliche Bindungsvermögen steht im geraden Verhältnisse der geschmolzenen Eismengen, und im umgekehrten der Massen und der gesammten Wärme der Körper. Bei gleichen Temperaturen ist hingegen

$$p : P = m\delta\,(1 + \gamma x) : M\delta'\,(1 + \gamma' x)$$

$$\text{und} \quad \delta\,(1 + \gamma x) : \delta'\,(1 + \gamma' x) = \frac{p}{m} : \frac{P}{M}.$$

Das ist: die specifische Wärme ist bei einer gegebenen Temperatur im geraden Verhältnisse der geschmolzenen Eismengen, und im umgekehrten der Massen der Körper.

Nachstehende Tabellen geben eine Übersicht über die freie, latente und vereinte Wärme, so wie auch über die Capacitäten einiger Körper zur Wärme. Die erste Spalte enthält die Wärmegrade nach der gemeinen 100theiligen Scale; in der zweiten sind diese Grade auf die eigentlichen Temperatursgrade übersetzt; hiernach sind sodann die latente und vereinte Wärme, dann die

Temperaturs- und specifische Capacität nach den angegebenen Grundsätzen und Formeln berechnet.

Tabelle I.

Für das Wasser ist $\gamma = 0,0027504$ und $\delta = 1$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.
0 C^0	0 W^0	0	0	1
1	1	0,0027	1,0027	1,0027
20	18,9489	0,9874	19,9363	1,0521
40	36,0763	3,5791	39,6554	1,0992
60	51,8113	7,3821	59,1934	1,1425
80	66,4365	12,1380	78,5745	1,1827
100	80,1494	17,6683	97,8177	1,2204
200	139,0766	53,1913	192,2679	1,3825
300	187,5636	96,7453	284,3089	1,5158

Es kann zwar das Gesetz für die Temperaturs-Capacität des Wassers nur innerhalb der fixen Puncte wirklich gelten. Allein, in so ferne man die Capacität und die specifische Wärme des Wassers zur Einheit setzt, und damit die Wärmemengen anderer Körper bei gleichen Temperaturen vergleicht, mufs man, um diese Vergleichung auch in höheren Temperaturen anstellen zu können, annehmen, dafs dieses Gesetz auch über den Siedpunct auf eine gleiche Art fortbestehen würde, wenn das Wasser seinen Aggregationszustand nicht veränderte. Zweckmäfsiger würde es aber seyn, wenn man einen andern Körper, der nicht auf so enge Grenzen beschränkt ist, zu dieser Vergleichung wählte. Unter den tropfbaren Flüssigkeiten würde sich das Quecksilber zu dieser Absicht am besten eignen.

Tabelle II.

Für das Quecksilber ist $\gamma = 0{,}0029633$ und $\delta = 0{,}03197$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C^0	0 W^0	0	0	1	0,0320
1	1	0,0030	1,0030	1,0030	0,0320
20	18,9489	1,0628	20,0117	1,0561	0,0321
40	36,0763	3,8524	39,9287	1,1068	0,0322
60	51,8113	7,9459	59,7572	1,1534	0,0323
80	66,4365	13,0649	79,5014	1,1966	0,0323
100	80,1494	19,0258	99,1752	1,2372	0,0324
200	139,0766	57,2532	196,3298	1,4117	0,0326
300	187,5636	104,1331	291,6967	1,5552	0,0328

Tabelle III.

Für das Eisen ist $\gamma = 0{,}0030794$ und $\delta = 0{,}10998$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C^0	0 W^0	0	0	1	0,1100
1	1	0,0031	1,0031	1,0031	0,1100
20	18,9489	1,1059	20,0548	1,0584	0,1106
40	36,0763	4,0086	40,0849	1,1111	0,1112
60	51,8113	8,2680	60.0793	1,1596	0,1116
80	66,4365	13,5945	80,0310	1,2046	0,1120
100	80,1494	19,7856	99,9350	1,2468	0,1124
200	139,0766	59,5743	198,6509	1,4283	0,1136
300	187,5636	108,3547	295,9183	1,5777	0,1145

Tabelle IV.

Für das Glas ist $\gamma = 0{,}0030824$ und $\delta = 0{,}1740$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C^0	0 W^0	0	0	1	0,1740
1	1	0,0031	1,0031	1,0031	0,1741
20	18,9489	1,1068	20,0557	1,0584	0,1750
40	36,0763	4,0117	40,0880	1,1112	0,1759
60	51,8113	8,2744	60,0857	1,1597	0,1766
80	66,4365	13,6051	80,0416	1,2048	0,1772
100	80,1494	19,8010	99,9504	1,2470	0,1778
200	139,0766	59,6207	198,6973	1,4287	0,1798
300	187,5636	108,4391	296,0027	1,5781	0,1811

Das bisher Angeführte gilt in so ferne, als der Körper seinen Aggregationszustand beibehält; so wie er aber diesen verändert, nimmt er eine andere Menge von Wärme auf, die das Thermometer nicht anzeigt. Man könnte sie die Wärme des Aggregationszustandes nennen. *Black*, *Schmidt*, *Lavoisier*, *Ure*, *Despretz* haben sie auf verschiedenen Wegen zu bestimmen gesucht. Besonders wichtig ist es in Bezug auf die Dampfmaschinen, die Wärmemenge auszumitteln, die das Wasser bei seinem Übergange in den expansiblen Zustand bindet. Nach *Schmidt* schmelzt der siedend heiſse Dampf 5,4 Mal so viel Eis, als das siedende Wasser, und seine latente Wärme ist daher 540 C^0. *Lavoisier* und *Laplace* fanden sie vermittelst ihres Calorimeters 555 C^0. *Ure* und *Despretz* bedienten sich dabei einer Vorrichtung, durch die sie die Wärme des Dampfes an das Wasser absetzten. Aus der Temperatur, auf die das Wasser stieg, berechneten sie nach der *Richmann*'schen Regel die latente

Wärme des Dampfes aus

$$\lambda = \frac{M(Y'-y) - m(Y-Y')}{m};$$

wo m und Y die Masse und Temperatur des Dampfes, M und y des Kühlwassers mit Einschlufs des Gefäfses, Y' die Temperatur der Mischung nach dem Versuche, und λ die latente Wärme des Dampfes bedeutet. Es war z. B. in einem Versuche das Kühlwasser 15956,3 Grammes, das Kupfer des Gefäfses 3107,3 Gr., welches nach seiner specifischen Wärme-Capacität $= 0,095$ auf Wasser reducirt 294,88 Gr. beträgt, so dafs also $M = 16251,18$ betrug; m war 204,8 Gr., $Y = 100\,C^0$, $y = 22^0$ und $Y' = 29,58^0$, woraus $\lambda = 530,9$ gefunden wurde.

Dieser Werth ist kleiner, als jene, welche aus dem geschmolzenen Eise entnommen wurden. Er wird aber diesen sehr nahe kommen, wenn man nach den von mir angegebenen Grundsätzen rechnet. Es bezeichne m die Masse des Dampfes, und X dessen Temperatur in den eigentlichen Wärmegraden; auf eine gleiche Art soll M und x die Masse und Wärmegrade des Kühlwassers, und k die Masse des kupfernen Gefäfses, z die Temperatur der Mischung, und λ die latente Wärme des Dampfes bedeuten; so ist vor der Mischung die Wärmemenge

im Dampfe . $= m\delta(X + \gamma X^2) + m\lambda$,
» Kühlwasser $= M(x + \gamma' x^2)$,
» Gefäfse . $= k\delta''(x + \gamma'' x^2)$;

und nach der Mischung

im Wasser . $= (M + m)(z + \gamma' z^2)$,
» Gefäfse . $= k\delta''(z + \gamma'' z^2)$.

Da nun die Wärmemengen vor und nach der Mischung einander gleich seyn müssen; so ergibt sich

$$\lambda = \frac{M(z + \gamma' z^2 - (x + \gamma' x^2))}{m}$$

$$+ \frac{k\,\delta''(z - \gamma'' z^2 - (x + \gamma'' x^2)) - m(\delta(X + \gamma X^2) - (z + \gamma' z^2))}{m}.$$

Werden nun die in dem angeführten Beispiele angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt; so ergeben sich folgende Daten:

$M = 15956{,}3$ Gr.; $x = 20{,}7349$ W^0;
$k = 3107{,}3$ Gr.; $X = 80{,}1494$ W^0;
$m = 204{,}8$ Gr.; $z = 27{,}3493$ W^0.

Übrigens ist nach der früheren Bestimmung

$\gamma'' = 0{,}003077$; $\delta'' = 0{,}095$;
$\gamma = 0{,}0007675$; $\delta = 0{,}847$.
$\gamma' = 0{,}002750$;

Hiernach findet man $\lambda = 545{,}1342$. Da nun das siedende Wasser 97,8177 W^0 an Wärme enthält; so folgt, dafs die latente Wärme des Dampfes 5,5728 Mal mehr, als jene des Wassers betrage; welches mit dem von *Lavoisier* und *Laplace* vermittelst ihres Calorimeters gefundenen Werthe sehr nahe zusammentrifft.

Sollte sich diese meine Ansicht noch in weiterem Verfolge bestätigen; so dürfte sie den Forderungen, die *Dulong* und *Petit* für ein wahres Mafs der Wärme stellen, ganz entsprechen. Nach ihnen sollen die Thermometer nicht nur mit einander vergleichbar seyn; sondern man soll auch aus dem Gange derselben auf die wahren Veränderungen der Wärme schliefsen können; ihre Scale sollte daher auf eine solche Art abgetheilt seyn, dafs gleiche Mengen von Graden überall gleichen Veränderungen der wahren Wärme entsprechen. Dieses zu erreichen sey jedoch um so schwerer, als man nicht blofs das Gesetz kennen müfste, nach welchem die Ausdehnung der thermoskopischen Substanz mit den wah-

ren Wärmemengen, die man ihr ertheilt, zusammenhängt; sondern man müſste sich auch vergewissert haben, daſs die Capacität dieser Substanz für die Wärme sich nicht verändere; oder wissen, wie man eine solche Veränderung, wenn sie Statt fände, in Rechnung zu bringen habe.

Das von mir in dem vierten Bande dieser Zeitschrift aufgestellte Gesetz für die Ausdehnung bringt eine Übereinstimmung in dieser Grundwirkung der Wärme hervor. Es sind daher auch übereinstimmende Thermometer jeder Art möglich, wenn ihre Scale nach diesem Gesetze gehörig abgetheilt wird. Aus demselben Gesetze habe ich nun auch die Grundsätze abgeleitet, nach welchen sich die gesammte Wärme, die ein gegebener Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur in sich aufnimmt, bestimmen läſst.

III.

Einige allgemeine Reductionsformeln der Integrale $\int x^m.(a+bx^n)^p.dx$ und $\int x^m.(a+bx+cx^2)^p.dx$;

von

Franz Moth in Prag.

I. Es sey $n=1$ und $(a+bx)=X$; so ist

$$\int \frac{X^{\frac{p}{2}}.dx}{x} = [\beta_0 . a^{\frac{p-1}{2}} + \beta_1 . b . a^{\frac{p-3}{2}} . x + \beta_2 . b^2 . a^{\frac{p-5}{2}} . x^2 + \ldots$$

$$\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} . b^{\frac{p-1}{2}} . x^{\frac{p-1}{2}}] . \sqrt{X} + a^{\frac{p+1}{2}} . \int \frac{dx}{x.\sqrt{X}};$$

worin die Coefficienten $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots$ auf nachstehende Art bestimmt werden:

$$\beta_0 = 2\left(1 + \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{5} + \tfrac{1}{7} + \ldots + \tfrac{1}{p}\right);$$

$$\beta_1 = \left[\frac{p+1}{2} - \tfrac{1}{2}\beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\;.\;4} - \tfrac{3}{2}\,.\,\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{3}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2\;.\;4\;.\;6} - \tfrac{5}{2}\,.\,\beta_2\right];$$

. . . .

$$\text{II.} \int \frac{X^{\frac{p}{2}}.\,dx}{x^m} = -\frac{X^{\frac{p+2}{2}}}{(m-1)ax}\left[\frac{1}{x^{m-2}} - \frac{A_1 b}{ax^{m-3}} + \frac{A_2 b^2}{a^2 x^{m-4}} - \ldots\right.$$

$$\left.\ldots \mp \frac{A_{m-2}\, b^{m-2}}{a^{m-2}}\right] \mp \frac{p\,.\,A_{m-2}\, b^{m-1}}{2\,(m-1)\;a^{m-1}}\,.\int \frac{X^{\frac{p}{2}}.\,dx}{x};$$

$$A_1 = \frac{p-2\,(m-2)}{2\,(m-2)}; \quad A_2 = \frac{p-2\,(m-3)}{2\,(m-3)}\;A_1;$$

$$A_3 = \frac{p-2\,(m-4)}{2\,(m-4)}\;A_2; \ldots$$

$$\text{III.} \int \frac{dx}{x\,.\,X^{\frac{p}{2}}} = \frac{1}{a\,X^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0 + \beta_1\,.\,\frac{b}{a}x + \beta_2\,.\left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-3}{2}}\,.\left(\frac{bx}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right] + \frac{1}{a^{\frac{p-1}{2}}}\,.\int \frac{dx}{x\sqrt{X}};$$

$$\beta_0 = 2\left[1 + \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{5} + \tfrac{1}{7} + \ldots + \frac{1}{p-2}\right];$$

$$\beta_1 = \left[\left(\frac{p-2}{2}\right)\beta_0 - \frac{p-1}{2}\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\left(\frac{p-4}{2}\right)\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2\;.\;4}\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{3}\left[\left(\frac{p-6}{2}\right)\beta_2 - \frac{(p-1)(p-3)(p-5)}{2\;.\;4\;.\;6}\right];$$

. . . .

$$\text{IV.} \int \frac{dx}{x^m \cdot X^{\frac{p}{2}}} = \frac{-1}{(m-1)\,aX^{\frac{p-2}{2}}} \left[\frac{1}{x^{m-1}} - \frac{A_1\, b}{a x^{m-2}} + \frac{A_2\, b^2}{a^2 x^{m-3}} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{m-2}\, b^{m-2}}{a^{m-2}\, x} \right] \pm \frac{p\, A_{m-2}\, b^{m-1}}{2(m-1)\, a^{m-1}} \cdot \int \frac{dx}{x\, X^{\frac{p}{2}}};$$

$$A_1 = \frac{p + 2m - 4}{2m - 4}; \quad A_2 = \frac{p + 2m - 6}{2m - 6} A_1;$$

$$A_3 = \frac{p + 2m - 8}{2m - 8} A_2; \ldots$$

$$\text{V.} \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X^p} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{a X^{p-1}} \left[\beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{bx}{a}\right) + \beta_2 \cdot \left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{p-2} \cdot \left(\frac{b\,x}{a}\right)^{p-2} \right] + \left(1 - \tfrac{1}{2}\beta_0\right) \cdot \frac{1}{a^{p-1}} \cdot \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X};$$

$$\beta_0 = \left[\frac{1}{p-1} + \frac{2p-3}{2\,(p-1)\,(p-2)} + \frac{(2p-3)\,(2p-5)}{2^2 \cdot (p-1)\,(p-2)} + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \frac{(2p-3)\,(2p-5) \ldots \ldots 3}{2^{p-2} \cdot (p-1)\,(p-2) \ldots 1} \right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{3} \left[\left(\frac{3p-4}{2}\right) \beta_0 - (p-1) \right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{5} \left[\left(p - \tfrac{5}{2}\right) \beta_1 - \frac{(p-1)\,(p-2)}{1 \,.\, 2} \right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{7} \left[\left(p - \tfrac{7}{2}\right) \beta_2 - \frac{(p-1)\,(p-2)\,(p-3)}{1 \,.\, 2 \,.\, 3} \right];$$

. . . .

$$\text{VI.} \int \frac{dx}{x^{\frac{m}{2}} \cdot X^p} =$$

$$= \frac{-2}{(m-2)\, a x^{\frac{1}{2}} X^{p-1}} \left[\frac{1}{x^{\frac{m-3}{2}}} - \frac{A_1 \cdot b}{a\, x^{\frac{m-5}{2}}} + \frac{A_2 \cdot b^2}{a^2\, x^{\frac{m-7}{2}}} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}} \cdot b^{\frac{m-3}{2}}}{a^{\frac{m-3}{2}}} \right] \pm \frac{2p-1}{m-2} \cdot A_{\frac{m-3}{2}} \cdot \frac{b^{\frac{m-1}{2}}}{a^{\frac{m-1}{2}}} \cdot \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X^p};$$

$$A_1 = \frac{2p+m-4}{m-4}; \quad A_2 = \frac{2p+m-6}{m-6} A_1;$$

$$A_3 = \frac{2p+m-8}{m-8} A_2; \ \ldots$$

$$\text{VII.} \quad \int x^{\frac{1}{2}} : X^{\frac{p}{2}} \,.\, dx =$$

$$= x^{\frac{3}{2}} . X^{\frac{1}{2}} . \Big[\beta_0 . a^{\frac{p-1}{2}} + \beta_1 . a^{\frac{p-3}{2}} bx + \beta_2 . a^{\frac{p-5}{2}} b^2 x^2 + \ldots$$

$$\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} . b^{\frac{p-1}{2}} . x^{\frac{p-1}{2}} \Big] + (1 - \tfrac{3}{2} . \beta_0) . a^{\frac{p-1}{2}} : \int x^{\frac{1}{2}} . X^{\frac{1}{2}} . dx;$$

$$\beta_0 = \frac{2}{p+3} \Big[1 + \frac{p}{p+1} + \frac{p(p-2)}{(p+1)(p-1)} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{p(p-2)(p-4) \ldots\ldots 5}{(p+1)(p-1)(p-3) \ldots 6} \Big];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{5} \Big[\frac{p-1}{2} - \tfrac{1}{2} \beta_0 \Big];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{7} \Big[\frac{(p+1)(p-1)}{2 \,.\, 4} - 3 \,.\, \beta_1 \Big];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{9} \Big[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2 \,.\, 4 \,.\, 6} - 4 \,.\, \beta_2 \Big];$$

. . . .

$$\text{VIII.} \quad \int x^{\frac{m}{2}} . X^{\frac{p}{2}} \,.\, dx =$$

$$= \frac{x^{\frac{3}{2}} . X^{\frac{p+2}{2}}}{\left(1 + \frac{p+m}{2}\right) b} \Big[x^{\frac{m-3}{2}} - \frac{A_1 . a x^{\frac{m-5}{2}}}{b} + \frac{A_2 . a^2 x^{\frac{m-7}{2}}}{b^2} - \ldots$$

$$\ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-3}{2}}}{b^{\frac{m-3}{2}}} \Big] \pm \frac{3 A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-1}{2}}}{(m+p+2) b^{\frac{m-1}{2}}} . \int x^{\frac{1}{2}} X^{\frac{p}{2}} . dx;$$

$$A_1 = \frac{m}{m+p}; \quad A_2 = \frac{m-2}{m+p-2} A_1;$$

$$A_3 = \frac{m-4}{m+p-4} A_2; \ \ldots$$

$$\text{IX.}\quad \int \frac{x^{\frac{1}{2}}\,.\,dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2\,x^{\frac{3}{2}}}{3aX^{\frac{p-2}{2}}}\left[1 + \beta_1\,.\left(\frac{bx}{a}\right) + \beta_2\,.\left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{\frac{p-5}{2}}\cdot\left(\frac{b\,x}{a}\right)^{\frac{p-5}{2}}\right];$$

$$\beta_1 = \frac{p-5}{5};\ \beta_2 = \left(\frac{p-7}{7}\right).\beta_1;\ \beta_3 = \left(\frac{p-9}{9}\right).\beta_2;\ \ldots$$

$$\text{X.}\quad m < (p-2);\ \int \frac{x^{\frac{m}{2}}\,.\,d\,x}{X^{\frac{p}{2}}} =$$

$$= \frac{2\,x^{\frac{3}{2}}}{(m-p+2)\,b X^{\frac{p-2}{2}}}\left[x^{\frac{m-3}{2}} - \frac{A_1\,.\,ax^{\frac{m-5}{2}}}{b} + \frac{A_2\,.\,a^2\,x^{\frac{m-7}{2}}}{b^2} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}}\cdot a^{\frac{m-3}{2}}}{b^{\frac{m-3}{2}}}\right] \pm \frac{3\,A_{\frac{m-3}{2}}\cdot a^{\frac{m-1}{2}}}{(m-p+2)b^{\frac{m-1}{2}}}\cdot\int\frac{x^{\frac{1}{2}}\,.\,dx}{X^{\frac{p}{2}}};$$

$$A_1 = \frac{m}{m-p};\ A_2 = \frac{m-2}{m-p-2}\,A_1;\ A_3 = \frac{m-4}{m-p-4}\,A_2;\ \ldots$$

$$\text{XI.}\quad \int \frac{x^{\frac{p}{2}-1}\,.\,d\,x}{X^{\frac{p}{2}}} =$$

$$= -\frac{x^{\frac{1}{2}}}{bX^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0\,.\,x^{\frac{p-3}{2}} + \beta_1\,.\,\frac{a}{b}\,.\,x^{\frac{p-5}{2}} + \beta_2\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^2.\,x^{\frac{p-7}{2}} + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{\frac{p-3}{2}}\cdot\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right];$$

$$\beta_{\frac{p-3}{2}} = 2;$$

$$\beta_{\frac{p-5}{2}} = \tfrac{2}{3}\left[\frac{p-1}{2} + \left(\frac{p-3}{2}\right) . \beta_{\frac{p-3}{2}}\right];$$

$$\beta_{\frac{p-7}{2}} = \tfrac{2}{5}\left[\frac{(p-1)(p-3)}{2 \; . \; 4} + \left(\frac{p-5}{2}\right) . \beta_{\frac{p-5}{2}}\right];$$

. . . .

XII. $m > (p-2)$;

$$\int \frac{x^{\frac{m}{2}} . dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2\, x^{\frac{p}{2}}}{(m-p+2)\, b\, X^{\frac{p-2}{2}}}\left[x^{\frac{m-p}{2}} - A_1 . \frac{a}{b} . x^{\frac{m-p-2}{2}}\right.$$

$$\left. + A_2 . \left(\frac{a}{b}\right)^2 . x^{\frac{m-p-4}{2}} - \ldots \mp A_{\frac{m-p}{2}} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-p}{2}}\right]$$

$$\pm \frac{p . A_{\frac{m-p}{2}}}{m-p+2} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-p+2}{2}} \int \frac{x^{\frac{p}{2}-1} . dx}{X^{\frac{p}{2}}};$$

A_1, A_2, A_3 etc. wie in Nro. X.

Es sey $n = 2$ und $(a + bx^2) = X$.

XIII. $$\int \frac{dx}{x . X^p} = \frac{1}{2aX^{p-1}}\left[\beta_0 . \left(\frac{b}{a}\right)^{p-2} . x^{2p-4}\right.$$

$$+ \beta_1 . \left(\frac{b}{a}\right)^{p-4} . x^{2p-6} + \beta_2 . \left(\frac{b}{a}\right)^{p-6} . x^{2p-8} + \ldots$$

$$\left. \ldots + \beta_{p-2}\right] + \frac{1}{a^{p-1}} \int \frac{dx}{X};$$

$$\beta_0 = 1;$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{2}\left[(p-1) + (p-2) . \beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{3}\left[\frac{(p-1)(p-2)}{1 \; . \; 2} + (p-3) . \beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{4}\left[\frac{(p-1)(p-2)(p-3)}{1 \; . \; 2 \; . \; 3} + (p-4) . \beta_2\right];$$

. . . .

XIV. $$\int \frac{dx}{X^p} = \frac{x}{a X^{p-1}} \left[\beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2 \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \dots \right.$$
$$\left. \dots + \beta_{p-2} \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right)^{p-2} \right] + \frac{1-\beta_0}{a^{p-1}} \cdot \int \frac{dx}{X};$$

$$\beta_0 = \left[\frac{1}{2(p-1)} + \frac{2p-3}{2^2 \cdot (p-1)(p-2)} + \dots \right.$$
$$\left. \dots + \frac{(2p-3)(2p-5)(2p-7)\dots 3}{2^{p-1} \cdot (p-1)(p-2)\dots\dots 1} \right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{3} \left[(2p-3) \cdot \beta_0 - (p-1)(1-\beta_0) \right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{5} \left[(2p-5) \cdot \beta_1 - \frac{(p-1)(p-2)}{1 \cdot 2} (1-\beta_0) \right];$$

. . . .

XV. m ist eine gerade Zahl;

$$\int \frac{x^m \cdot dx}{X^p} = \frac{x}{(m-2p+1)\, b\, X^{p-1}} \left[x^{m-2} - \frac{A_1 \cdot a\, x^{m-4}}{b} \right.$$
$$+ \frac{A_2 \cdot a^2 \cdot x^{m-6}}{b^2} - \frac{A_3 \cdot a^3 \cdot x^{m-8}}{b^3} + \dots$$
$$\left. \dots \mp A_{\frac{m-2}{2}} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-2}{2}} \right] \pm \frac{A_{\frac{m-2}{2}}}{m-2p+1} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{2}} \cdot \int \frac{dx}{X^p};$$

m ist eine ungerade Zahl, und $< (2p-1)$;

$$\int \frac{x^m \cdot dx}{X^p} = \frac{1}{(m-2p+1)\, b X^{p-1}} \left[x^{m-1} - A_1 \cdot \frac{a\, x^{m-3}}{b} \right.$$
$$\left. + A_2 \cdot \frac{a^2\, x^{m-5}}{b^2} - A_3 \cdot \frac{a^3\, x^{m-7}}{b^3} + \dots \mp A_{\frac{m-1}{2}} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-1}{2}} \right];$$

m ist eine ungerade Zahl, und $> (2p-1)$;

$$\int \frac{x^m \cdot dx}{X^p} = \frac{1}{2(m-2p+1)\, b\, X^{p-1}} \left[x^{m-1} - A_1 \cdot \frac{a\, x^{m-3}}{b} \right.$$
$$+ A_2 \cdot \frac{a^2\, x^{m-5}}{b^2} - A_3 \cdot \frac{a^3\, x^{m-7}}{b^3} + \dots$$

$$\ldots \mp A_{\frac{m-2p-1}{2}} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-2p-1}{2}} \cdot x^{2p}\Bigg]$$

$$\pm \frac{p \cdot A_{\frac{m-2p-1}{2}}}{2(m-2p+1)} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-2p-1}{2}} \cdot \int \frac{x^{2p-1} \cdot dx}{X^p};$$

$$A_1 = \frac{m-1}{m-2p-1}; \quad A_2 = \frac{m-3}{m-2p-3} A_1;$$

$$A_3 = \frac{m-5}{m-2p-5} A_2; \ldots \ldots$$

XVI. $$\int \frac{x^{2p-1} \cdot dx}{X^p} = \frac{a}{2 b^2 X^{p-1}} \Big[\beta_0 \cdot x^{2p-4}$$

$$+ \beta_1 \cdot \left(\frac{a}{b}\right) x^{2p-6} + \beta_2 \cdot \left(\frac{a}{b}\right) x^{2p-8} + \beta_3 \cdot \left(\frac{a}{b}\right) x^{2p-10} + \ldots$$

$$\ldots + \beta_{p-2} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{p-2}\Big] + \frac{1}{b^p} \cdot \text{Log.}\, X;$$

$$\alpha_\lambda = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \ldots + \frac{1}{\lambda+1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \ldots (\lambda+1)};$$

$$\beta_0 = (p-1) \cdot \alpha_0;$$

$$\beta_1 = (p-1)(p-2) \cdot \alpha_1;$$

$$\beta_2 = (p-1)(p-2)(p-3) \cdot \alpha_2;$$

. . . .

XVII. $$\int X^{\frac{p}{2}} \cdot dx =$$

$$= a^{\frac{p-1}{2}} \cdot x \cdot X^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{b x^2}{a}\right) + \beta_2 \cdot \left(\frac{b x^2}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} \cdot \left(\frac{b x^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right] - (1 - \beta_0) \cdot a^{\frac{p-1}{2}} \cdot \int X^{\frac{1}{2}} \cdot dx;$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p+1}\left[1 + \frac{p}{p-1} + \ldots + \frac{p(p-2)(p-4)\ldots 5}{(p-1)(p-3)(p-5)\ldots 4}\right];$$

$$\beta_1 = \frac{1}{3}\left[\left(\frac{p-1}{2}\right) - \beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{5}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\;.\;4} - 4\;.\;\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{7}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2\;.\;4\;.\;6} - 6\;.\;\beta_2\right];$$

. . . .

$$\text{XVIII.}\int\frac{X^{\frac{p}{2}}\,.\,dx}{x} = \tfrac{1}{2}\,a^{\frac{p-1}{2}}\,.\,X^{\frac{1}{2}}\,.\left[\beta_0+\beta_1\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots+\beta_{\frac{p-1}{2}}\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right]+a^{\frac{p+1}{2}}\,.\int\frac{dx}{x\,X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = 2\left(1+\tfrac{1}{3}+\tfrac{1}{5}+\tfrac{1}{7}+\ldots+\tfrac{1}{p}\right);$$

$$\beta_1 = 1\left[\frac{p+1}{2} - \tfrac{1}{2}\,\beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\;.\;4} - \tfrac{3}{2}\,\beta_1\right];$$

. . . .

$$\text{XIX.}\int\frac{dx}{x\,.\,X^{\frac{p}{2}}} = \frac{1}{a^{\frac{p-1}{2}}}\left[\beta_0+\beta_1\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots+\beta_{\frac{p-3}{2}}\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right]+\frac{1}{a^{\frac{p-1}{2}}}\,.\int\frac{dx}{x\,X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \left(1+\tfrac{1}{3}+\tfrac{1}{5}+\tfrac{1}{7}+\ldots+\frac{1}{p-2}\right);$$

$$\beta_1 = \left[\left(\frac{p-2}{2}\right)\beta_0 - \frac{p-1}{2}\right];$$

$$\beta_2 = \left[\left(\frac{p-4}{2}\right)\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2\;.\;4}\right];$$

. . . .

$$\text{XX.}\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}\,X^p} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{a\,X^{p-1}}\left[\beta_0+\beta_1\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots+\beta_{p-2}\,.\left(\frac{b\,x^2}{a}\right)^{p-2}\right]+\frac{a}{a^{\frac{p-1}{2}}}\,.\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}\,X};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{2(p-1)}\left[1 + \frac{1}{4}\left(\frac{4p-5}{p-2}\right) + \frac{1}{4^2}\left(\frac{4p-5}{p-2}\right)\left(\frac{4p-9}{p-3}\right) + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + \frac{1}{4^{p-2}}\cdot\left(\frac{4p-5}{p-2}\right)\left(\frac{4p-9}{p-3}\right)\ldots\left(\frac{7}{1}\right)\right];$$

$$\alpha = 1 - \tfrac{1}{2}\beta_0;$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{5}\left[(4p-5)\cdot\beta_0 - 2\alpha\cdot(p-1)\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{9}\left[(4p-9)\cdot\beta_1 - 2\alpha\cdot\frac{(p-1)(p-2)}{1\ .\ 2}\right];$$

. . . .

$$\text{XXI.}\ \int\frac{X^{\frac{p}{2}}\cdot dx}{x^{\frac{1}{2}}} =$$

$$= a^{\frac{p-1}{2}}\cdot x^{\frac{1}{2}}\cdot X^{\frac{1}{2}}\left[\beta_0 + \beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right] + (1-\tfrac{1}{2}\beta_0)\,a^{\frac{p-1}{2}}\cdot\int\frac{X^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{x^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{2}{2p+1}\left[1 + \left(\frac{2p}{2p-3}\right) + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \frac{2p\cdot(2p-4)(2p-8)\ldots 10}{(2p-3)(2p-7)\ldots\ldots 7}\right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{5}\left[\frac{p-1}{2} - \beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{9}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{1\ .\ 2} - \tfrac{7}{2}\cdot\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{13}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{1\ .\ 2\ .\ 3} - \tfrac{11}{2}\cdot\beta_2\right];$$

. . . .

$$\text{XXII.}\int\frac{x^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{x^{\frac{3}{2}}}{aX^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0 + \beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-3}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right] + \frac{1-\frac{3}{2}\beta_0}{a^{\frac{p-1}{2}}}\cdot\int\frac{x^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p-2}\Big[1 + \left(\frac{2p-7}{2p-8}\right) + \ldots$$
$$\ldots + \left(\frac{2p-7}{2p-8}\right)\left(\frac{2p-11}{2p-12}\right) \ldots \left(\frac{3}{2}\right)\Big];$$

$$\beta_1 = \frac{1}{7}\left[(2p-7) \cdot \beta_0 - \left(\frac{p-1}{2}\right)(2 - 3 \cdot \beta_0)\right];$$

$$\beta_2 = \frac{7\,1}{11}\left[(2p-11) \cdot \beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{1 \quad . \quad 2}(2 - 3 \cdot \beta_0)\right];$$

. . . .

$$\text{XXIII.} \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} \cdot X^{\frac{p}{2}}} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{a X^{\frac{p-2}{2}}}\Big[\beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2 \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \ldots$$
$$\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} \cdot \left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\Big] + \frac{1 - \frac{1}{2}\beta_0}{a^{\frac{p-1}{2}}} \cdot \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} \cdot X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p-2}\Big[1 + \left(\frac{2p-5}{2p-8}\right) + \ldots$$
$$\ldots + \left(\frac{2p-5}{2p-8}\right)\left(\frac{2p-9}{2p-12}\right) \ldots \left(\frac{5}{2}\right)\Big];$$

$$\beta_1 = \frac{1}{5}\left[(2p-5) \cdot \beta_0 - \left(\frac{p-1}{2}\right)(2 - \beta_0)\right];$$

$$\beta_2 = \frac{1}{9}\left[(2p-9) \cdot \beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2 \quad . \quad 4}(2 - \beta_0)\right];$$

. . . .

Es sey $a + bx + cx^2 = X$.

$$\text{XXIV.} \quad \int X^{\frac{p}{2}} \cdot dx =$$

$$= \frac{(b + 2cx) X^{\frac{p}{2}}}{2(p+1) \cdot c} \cdot \Big[1 + A_1 \cdot \left(\frac{\lambda}{X}\right) + A_2 \cdot \left(\frac{\lambda}{X}\right)^2 + \ldots$$
$$\ldots + A_{\frac{p-1}{2}} \cdot \left(\frac{\lambda}{X}\right)^{\frac{p-1}{2}}\Big] + \frac{A^{\frac{p-1}{2}} \cdot \lambda^{\frac{p+1}{2}}}{p+1} \cdot \int \frac{dx}{\sqrt{X}};$$

worin $\lambda = \left(a - \frac{b^2}{4c}\right)$ und

$$A_1 = \frac{p}{p-1}\,;\;\; A_2 = \left(\frac{p-2}{p-3}\right).A_1\,;\;\; A_3 = \left(\frac{p-4}{p-5}\right).A_2\,;\;\ldots$$

$$\text{XXV. } \int \frac{dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2(b+2cx)}{(p-2)(4ac-b^2)X^{\frac{p}{2}-1}}\left[1 + A_1.(\lambda X)\right.$$

$$\left. + A_2.(\lambda X)^2 + \ldots + A_{\frac{p-1}{2}}.(\lambda X)^{\frac{p-1}{2}}\right];$$

worin

$$\lambda = \frac{4c}{4ac-b^2}\,;\;\; A_1 = \frac{p-3}{p-4}\,;\;\; A_2 = \left(\frac{p-5}{p-6}\right).A_1\,;\;\ldots$$

$$\text{XXVI. } \int \frac{X^p.dx}{x^m} = X^{p+1}\left[\frac{A_0}{x^{m-1}} + \frac{A_1}{x^{m-2}} + \ldots + \frac{A_{k-1}}{x^{m-k}}\right]$$

$$+ G.\int \frac{X^p.dx}{x^{m-k}} + H.\int \frac{X^p.dx}{x^{m-k-1}};$$

$1 + (m-1).a.A_0 = 0$;

$0 = (m-2).a.A_1 + (m-p-2).b.A_0$;

$0 = (m-3).a.A_2 + (m-p-3).b.A_1 + (m-2p-3).c.A_0$;

$0 = (m-4).a.A_3 + (m-p-4).b.A_2 + (m-2p-4).c.A_1$;

. . . .

$G = (m-p-k-1).b.A_{k-1} + (m-2p-k-1).c.A_{k-2}$;

$H = (m-2p-k-2).c.A_{k-1}$.

Aus diesen Gleichungen lassen sich die unbestimmt gelassenen Coefficienten A_0, A_1, A_2, . . . G und H berechnen.

$$\text{XXVII. } \int \frac{x^m.dx}{X^p} =$$

$$= x^{m+1}\left[\frac{A_0 + B_0.x}{X^{p-1}} + \frac{A_1 + B_1.x}{X^{p-2}} + \frac{A_2 + B_2.x}{X^{p-3}} + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \frac{A_{k-1} + B_{k-1}.x}{X^{p-k}}\right] + G.\int \frac{x^m.dx}{X^{p-k}} + H.\int \frac{x^{m+1}.dx}{X^{p-k}};$$

Die Coefficienten A und B sind aus nachstehenden Gleichungen zu berechnen:

$$1 + 2(p+1) \cdot a \cdot A_0 = \frac{ab}{c}(p+1) \cdot B_0;$$

$$(m+2p+3) A_0 - 2(p+2) a \cdot A_1 =$$
$$= (p+1)\frac{b}{c} \cdot B_0 - (p+2)\frac{ab}{c} \cdot B_1;$$

$$(m+2p+5) A_1 - 2(p+3) a \cdot A_2 =$$
$$= (p+2)\frac{b}{c} \cdot B_1 - (p+3)\frac{ab}{c} \cdot B_2;$$

$$(m+2p+7) A_2 - 2(p+4) a \cdot A_3 =$$
$$= (p+3)\frac{b}{c} \cdot B_2 - (p+4)\frac{ab}{c} \cdot B_3;$$

. . . .

$$(m+2p+2k-1) A_{k-2} - 2(p+k) a \cdot A_{k-1} =$$
$$= (p+k-1)\frac{b}{c} \cdot B_{k-2} - (p+k)\frac{ab}{c} \cdot B_{k-1}.$$

$$G = \frac{b}{c}(p+k) \cdot B_{k-1} - (m+2p+2k+1) A_{k-1};$$

$$b \cdot A_0 = \gamma \cdot B_0; \quad \gamma = \left(\frac{b^2 - 2ac}{c}\right).$$

$$(p+2) b \cdot A_1 = (m+2p+4) \cdot B_0 + (p+2) \cdot \gamma \cdot B_1;$$
$$(p+3) b \cdot A_2 = (m+2p+6) \cdot B_1 + (p+3) \cdot \gamma \cdot B_2;$$
$$(p+4) b \cdot A_3 = (m+2p+8) \cdot B_2 + (p+4) \cdot \gamma \cdot B_3;$$

. . . .

$$(p+k) b \cdot A_{k-1} = (m+2p+2k) \cdot B_{k-2} + (p+k) \cdot \gamma \cdot B_{k-1}.$$

$$H = -(m+2p+2k+2) \cdot B_{k-1}.$$

Anmerkung. Das Integral $\int \frac{dx}{x^m \cdot X^p}$ läſst sich mit Hülfe der Formeln Nro. XXVI. und XXVII. auf das Integral $\int \frac{dx}{x^{m-k} \cdot X^p}$ oder $\int \frac{dx}{x^m \cdot X^{p-k}}$ bringen, wenn man in jener p, oder in dieser m negativ nimmt.

XXVIII. $\int x^m X^p \cdot dx =$

$$= X^{p+1}\left[A_0 \cdot x^{m-1} + A_1 \cdot x^{m-2} + A_2 \cdot x^{m-3} + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + A_{k-1} \cdot x^{m-k}\right] - G \cdot \int x^{m-k-1} \cdot X^p \cdot dx$$
$$- H \cdot \int x^{m-k} \cdot X^p \cdot dx.$$

Die Coefficienten A hat man aus nachstehenden Gleichungen zu berechnen:

$$A_0 = \frac{1}{(m+2p+1)c};$$
$$o = (m+2p)c \,.\, A_1 + (m+p)b \,.\, A_0;$$
$$o = (m+2p-1)A_2 + (m+p-1)b \,.\, A_1 + (m-1)a \,.\, A_0;$$
$$o = (m+2p-2)A_3 + (m+p-2)b \,.\, A_2 + (m-2)a \,.\, A_1;$$

. . . .

$$G = (m-k)a \,.\, A_{k-1};$$
$$H = (m-k+1)a \,.\, A_{k-2} + (m+p-k+1) \,.\, A_{k-1}.$$

XXIX. $\int x^m \,.\, X^p \,.\, dx =$

$$= x^{m+1}\left[A_0 \,.\, X^p + A_1 \,.\, X^{p-1} + A_2 \,.\, X^{p-2} + \ldots + A_{k-1} \,.\, X^{p-k+1}\right]$$
$$+ x^{m+2}\left[B_0 \,.\, X^{p-1} + B_1 \,.\, X^{p-2} + B_2 \,.\, X^{p-3} + \ldots + B_{k-1} \,.\, X^{p-k}\right]$$
$$+ G \,.\, \int x^m \,.\, X^{p-k} \,.\, dx + H \,.\, \int x^{m+1} \,.\, X^{p-k} \,.\, dx.$$

$$A_0 = \frac{1}{m+2p+1};$$
$$o = (m+2p-1) \,.\, A_1 - 2ap \,.\, A_0 - (p-1) \,.\, \frac{b}{c} \,.\, B_0;$$
$$o = (m+2p-3) \,.\, A_2 - 2(p-1)a \,.\, A_1 - (p-2)\frac{b}{c} \,.\, B_1 + (p-1)\frac{ab}{c} \,.\, B_0;$$
$$o = (m+2p-5) \,.\, A_3 - 2(p-2)a \,.\, A_2 - (p-3)\frac{b}{c} \,.\, B_2 + (p-2)\frac{ab}{c} \,.\, B_1;$$

. . . .

$$o = (m+2p-2k+5)A_{k-2} - 2(p-k+3)a \,.\, A_{k-3} - (p-k+2)\frac{b}{c} \,.\, B_{k-1} + (p-k+3)\frac{ab}{c} \,.\, B_{k-2};$$
$$o = (m+2p-2k+3)A_{k-1} - 2(p-k+2)a \cdot A_{k-2} + (p-k+2)\frac{ab}{c} \,.\, B_{k-1};$$
$$pbA_0 = (m+2p) \,.\, B_0;$$
$$(p-1)b \,.\, A_1 = (m+2p-2) \,.\, B_1 + (p-1) \,.\, \gamma \,.\, B_0;$$
$$(p-2)b \,.\, A_2 = (m+2p-4) \,.\, B_2 + (p-2) \,.\, \gamma \,.\, B_1;$$
$$(p-3)b \,.\, A_3 = (m+2p-6) \,.\, B_3 + (p-3) \,.\, \gamma \,.\, B_2;$$

. . . .

$$(p-k+3)\,b\,.\,A_{k-3} = (m+2p-2k+6)\,B_{k-1} + (p-k+3)\,.\,\gamma\,.\,B_{k-2};$$

$$(p-k+2)\,b\,.\,A_{k-2} = (p-k+2)\,.\,\gamma\,.\,B_{k-1};$$

$$G = 2\,(p-k+1)\,.\,a\,.\,A_{k-1};$$

$$H = (p-k+1)\,.\,b\,.\,A_{k-1}.$$

Diese vorstehenden Gleichungen geben die Werthe von den Coefficienten A, B.

Anmerkung. Die zwei Reductionsformeln Nro. XXVIII. und XXIX. kann man auch noch anwenden, um die Integrale $\int \frac{X^p.dx}{x^m}$ oder $\int \frac{x^m.dx}{X^p}$ auf $\int \frac{X^{p-k}.dx}{x^m}$ oder $\int \frac{x^{m-k}.dx}{X^p}$ zu bringen, wenn man in dieser p, in jener m negativ nimmt.

IV.

Über das Mangan;

von

Dr. *J. Bachmann.*

Darstellung und Eigenschaften des Mangan.

Winterl, Professor der Chemie in Pest, war der erste Darsteller dieses Metalles. In seinem Werke »die Kunst, die Blutlauge zu bereiten [1]),« sagt er: »Ich habe den Braunstein in einer mit Herrn *Kaim* zu seiner Streitschrift bearbeiteten Abhandlung: *De metallis dubiis, Viennae, litteris Schulzianis*, 1770, am ersten als einen metallischen König dargestellt.« In dem eben genannten Werke, S. 48, gibt *Kaim* die Vorschrift, 1 Theil Braunstein mit 2 Theilen des besten schwarzen Flusses zu mi-

[1]) Wien 1790, p. 94.

schen, und bei stufenweise vermehrtem Feuer zu schmelzen. Er erhielt ein blaulichweifses Metall, welches sich weder in Schwefel- noch Salpetersäure, wohl aber in einem Gemische von beiden auflöste, und von arseniksaurem Kali blafsroth, von der Weinprobe aber grünlich gefällt wurde. Diese Bereitungsart war noch sehr unvollkommen, der dargestellte König unrein; und überhaupt erregte die ganze Entdeckung wenig Aufmerksamkeit, bis *J. G. Gahn* im Jahre 1774 das Metall darstellte. Seine und *Bergmann's* Vorschrift lautete dahin, den Braunstein mit Öhl anzumachen, zu einer Kugel zu formen, und in einem Kohlentiegel, dessen leerer Raum mit Kohlenpulver ausgefuttert, der mit einem andern Tiegel bedeckt und wohl lutirt wird, einer 1·5stündigen Hitze auszusetzen. *La Peirouse* [1]) nahm, um einen eisenfreien König zu erhalten, essigsaure Manganlösung, fällte dieselbe mit kohlensaurem Alkali, glühte den Präcipitat, zog dann mit Essigsäure daraus das Manganoxyd, zersetzte wieder mit Alkali die Auflösung, und reducirte den Niederschlag zu Metall. *Scheffer* [2]), *de Morveau* [3]) und *Kirwan* [4]) erhielten ebenfalls Metallkönige, letzterer, indem der Braunstein mit Pech zu einer Kugel geformt wurde. *Raspe* [5]) will einen König erhalten haben, welcher 18 Monate lang an der Luft sich unverändert erhielt. *Bindheim* [6]) glaubte, das Braunsteinmetall auf nassem Wege bereitet zu haben, indem er kohlensaures Manganoxydul in Salpetersäure auflöste, die Auflösung

---

1) *Rozier, Observ. T. XVI., p.* 156.
2) Vorlesungen, p. 626.
3) *Rozier, Observ. T. XVI., p.* 157, 348.
4) Mineralogie, p. 384.
5) Beiträge zu *Crell's* chemischen Annalen, Bd. 3., p. 467.
6) *Crell's* chemische Annalen, 1789. Stück 7, p. 33. Stück 8, p. 120.

bis zur Trockne abdampfte, und die Salpetersäure durch Hitze verjagte. *Gren* [1]) erhielt durch Schmelzen des Schwefelmangans mit gleichen Theilen Kohle, etwas schwarzer Seife und schwarzem Fluſs, durch vierstündiges Gebläsefeuer, einen König von schwärzlicher Farbe.

Ilsemann [2]) stellte ebenfalls mehrere Reductionsversuche mit dem Erze an, und will einen kupferfarbenen und eisengrauen König erhalten haben. *Hielm* [3]) gab eine ziemlich gute Vorschrift zur Bereitung des Metalls, und suchte dasselbe mit andern zu verbinden. Nach *John* [4]), welcher sich sowohl um die Bereitung des Metalls, als auch um die nähere Kenntniſs der Manganverbindungen viel Verdienst erworben hat, wird reines kohlensaures Manganoxydul in einem bedeckten Gefäſse geglüht, das Oxydul mit Öhl zum Teige angemacht und zur Kohle gebrannt. Diese Arbeit wird öfter wiederholt, die kohlige Masse fein gerieben, mit so wenig Öhl als möglich zu einer Kugel geformt, dieselbe in einen Kohlentiegel gelegt, mit Kohlenpulver bedeckt, und leicht lutirt, bis zum Verkohlen des Öhls erhitzt; worauf der Tiegel fest verkittet durch 1·5 Stunden dem stärksten Gebläsefeuer, welches er nur ohne zu schmelzen ertragen kann, ausgesetzt wird.

Die Schwierigkeiten bei Darstellung des Manganmetalles gründen sich theils auf die nöthige hohe Temperatur, welche zur Reduction desselben erforderlich ist, theils auf die Nichtanwendbarkeit eines Fluſsmittels, wodurch die zerstreuten Körper in einen König zusam-

---

1) *Crell*, Auswahl aus den neuen Entdeckungen. Bd. 1., S. 358.

2) Ebendaselbst. Bd. 1., S. 358.

3) *Crell*, chemische Annal. 1787, S. 159.

4) Chemische Untersuchung. Bd. 2., S. 130. (1811.)

menflöſsen. Auſserdem treten aber noch manche kleine Umstände ein, deren Nichtbeachtung die Operation manchmal miſsglücken macht. Was die Zubereitung des Kohlentiegels betrifft, so wendet man dazu gewöhnlich ein Gemenge von feingepulverter Kohle mit so wenig als möglich von Thon- und Kieselerde, oder am liebsten bloſs von ersterer an, weil das Mangan mehr Silicium als Alumnium aufnimmt. Der feingepülverte Thon wird mit der Kohle innig gemengt, dann die nöthige Menge Wasser zugesetzt, um einen Teig zu bilden, mit welchem der Tiegel $^1/_2$ Zoll am Boden und $^1/_4$ Zoll an den Seitenwänden belegt wird. Man füllt denselben nun voll mit Kohlenpulver, und sucht durch Drücken und Herumfahren mit dem Finger die Kohle in die weiche Masse hineinzubringen. Dieses wird mit Zusatz von frischem Kohlenpulver so lange wiederholt, als die weiche Masse noch Kohle aufnimmt. Ist dieſs geschehen, so wird von der Kohlenmasse (von den Rändern des Tiegels an) so viel weggenommen, als nöthig ist für das Hineinpassen des dazu gehörigen Tiegels oder Deckels, und hierauf der Kohlentiegel bei gelinder Wärme ausgetrocknet. Wendet man entweder zu viel Thon an, oder wird das Hineindrücken von Kohlenpulver unterlassen, so können ziemlich groſse Könige erhalten werden, welche aber mit den Bestandtheilen des Thons verunreiniget sind. Als ich mich bei einem Reductionsversuche in der Wiener Porzellanfabrik eines Gefäſses von bloſs schwach durchgeglühtem Porzellan bediente, konnte, da diese Masse die Feuchtigkeit sehr schnell einsog, kein Kohlenpulver in den Beschlag hineingebracht werden; als ich nun die Reduction bewerkstelligte, erhielt ich einen 6 Drachmen schweren, sehr gut geflossenen König, welcher zwar mit Kohle, Silicium, Alumnium und Eisen, doch nur unbedeutend verunreiniget war, sonst aber

die ausgezeichneten Eigenschaften des Mangans in einem vorzüglichen Grade besaſs. Es ist nicht gerade nöthig, den Tiegel auf diese Art zu bereiten; man kann auch Kohle mit Stärkekleister, zu einem Teige angemacht, dazu anwenden. Auch kann feuchtes Kohlenpulver zwei Finger hoch in dem Tiegel gestampft, darauf die zur Reduction bestimmte, vorher ausgeglühte Kugel gelegt, diese mit feuchtem Kohlenpulver umgeben, der Tiegel damit vollgefüllt, und dasselbe recht fest hineingedrückt werden. Die Feuchtigkeit wird durch gelinde Hitze verjagt, und der sorgfältig vermachte Tiegel der Reductionshitze ausgesetzt. Auf letztgenannte Art habe ich das Metall auch am polytechnischen Institute mittelst der Hitze eines Zugofens erhalten. Diese Methode hat den Vortheil, mit weniger Umständen verbunden zu seyn; sie fordert aber mehr Vorsicht bei der Anwendung.

Ein Umstand, welcher zum Gelingen der Operation beiträgt, betrifft die genaue Mengung des Manganoxydes mit Kohle. Es kann zwar dazu ganz feiner Kienruſs, oder noch besser, selbst gesammelter Lampenruſs angewendet werden; allein weit vorzüglicher ist die von *John* gegebene Vorschrift, das Manganoxydul mit Öhl anzumachen, und durch Glühen der Masse das Oxyd mit der nöthigen Menge Kohle zu versehen. Dabei thut man am besten, sogleich das kohlensaure Oxydul auf diese Art zu behandeln, weil dann immer ein leicht zerreibbarer Rückstand erhalten wird, welches, wenn zuerst das kohlensaure Salz durch Glühen zersetzt wird, nicht immer der Fall ist, denn man erhält dann öfters ein Manganoxyd, welches nach dem stärkern oder schwächern Glühen mehr oder weniger zusammenbackt, und minder leicht zerreiblich ist. Auch kann das mit Öhl angemachte Oxyd, in Kohlenpulver eingefuttert, durchgeglüht werden; theils wird dadurch die Luft bei einem zufälligen

Eröffnen des Tiegels von der glühenden Masse abgehalten; andererseits auch eine Verunreinigung des Oxydes mit den Bestandtheilen des Tiegels verhindert. Zu oft darf dieses Durchbrennen mit Öhl nicht wiederholt werden, weil sonst das reducirte Metall schwerer schmilzt, und mit zu viel Kohle verunreiniget wird. Man wird daher wohl thun, eine gewisse Menge der kohligen Masse bei Zutritt der Luft stark durchzuglühen, um die Kohle zu verbrennen, und Oxydul-Oxyd zu erhalten. Dasselbe wird gewogen, und daraus die Menge des grünen Oxydes berechnet. Der Überschufs der kohligen Masse über dasselbe gibt die Quantität der mit demselben verbunden gewesenen Kohle an. Ich habe mich, um dem öftern Durchbrennen mit Öhl auszuweichen, des weinsauren Manganoxyduls bedient, welches mit etwas Baumöhl in einem bedeckten Tiegel gebrannt, fein gerieben, und mit Alkohol zu einer Kugel geformt, zur Reduction angewendet wurde. Nach der Zersetzung des weinsauren Salzes bleibt zwar eine hinlängliche Menge gewifs am genauesten mit dem Oxydul verbundener Kohle zurück; allein da bei dieser Zerstörung des Salzes eine grofse Menge Gas entweicht, so würde bei noch so vieler Aufmerksamkeit der gröfste Theil des Oxyduls mit fortgerissen werden, wenn man dieses nicht durch das Öhl zu verhindern suchte. Daher die Anwendung desselben. Das auf irgend eine Art mit der nöthigen Menge Kohle versehene Oxyd wird mit einer hiezu dienlichen Flüssigkeit: Öhl, Alkohol, Wasser, je nach den Umständen, zur Kugel geformt, in den vorher wohl getrockneten Kohlentiegel gebracht, mit Kohlenpulver gut bedeckt, der Tiegel schwach lutirt und bis zum Glühen erhitzt. Hessische Tiegel, welche man gewöhnlich zur Reduction anwendet, haben selten Deckeln, und sie taugen auch im Durchschnitte wenig. Man bedeckt daher den

Kohlentiegel mit einem andern, etwas kleineren, welchen man umstürzt, so daſs derselbe einige Linien tief bis zur abgeschnittenen kohligen Masse in den andern Tiegel hineinpaſst. Läſst man sich Deckeln aus feuerfestem Thone verfertigen, so werden dieselben ebenfalls so tief hinein gebracht; sie haben den Vortheil des leichtern und bessern Verkittens voraus, aber vor der Anwendung müssen dieselben recht stark ausgeglüht werden, sonst ziehen sie sich während der Reduction mehr zusammen als der Tiegel, der Kitt springt ab, und das Nichtgelingen der Operation kann die Folge davon seyn. Der Raum zwischen dem Oxyde und dem Deckel wird mit nicht zu feinem Kohlenpulver ausgefüllt. Die Höhe desselben muſs 2 Zoll betragen; es wird dadurch das Metall vor der atmosphärischen Luft geschützt, und die während der heftigen Hitze doch manchmal Statt findende Berührung des weich gewordenen und sich senkenden Deckels mit dem Metalle verhindert.

Nachdem der so zubereitete Tiegel sammt Inhalt gehörig ausgeglüht und erkaltet ist, wird er fest verkittet in einen andern Tiegel gesetzt, dieser ebenfalls bedeckt und mit Thon gut vermacht, der Weiſsglühhitze ausgesetzt. Zum Verkitten wählt man einen feuerfesten Thon, welcher angemacht und mit Werg gemengt wird. Nachdem Alles verkittet und lufttrocken geworden, wird derselbe mit etwas Lehm überstrichen; dieser schmilzt bei der ersten Einwirkung der Hitze, und verhindert das Abspringen des Thons, welches, des Werges ungeachtet, doch manchmal Statt findet. Die Reduction geschieht am besten vor der Esse mit einem recht groſsen Blasebalg, welcher überdieſs mit 1 bis 1·5 Zentnern an Gewichte belastet wird. Der Boden der Esse wird mit gewöhnlichen Ziegeln belegt, 1 Zoll unter dem Blaserohr, damit die während der Arbeit erzeugte Schlacke sich an-

sammeln könne. Man baut nun einen Ofen von 2·5 Schuh Höhe, und 12 bis 13 Zoll Lichte von Ziegeln, welche mit Lehm zusammengepafst werden, und stellt auf einen 3·5 bis 4 Zoll hohen Ziegel aus feuerfestem Thon den Tiegel, bringt ihn langsam zum Glühen, füllt dann den Ofen voll mit Kohlen, und gibt 1 $^1/_2$ Stunde die stärkste Weifsglühhitze. Es werden dazu Kohlen von hartem Holze erfordert, weil dieselben genügsame Hitze geben, was bei denen von weichem Holze nicht immer gelingt. Kann man gute Coaks bekommen, so mufs sehr stark geblasen werden, die Hitze darf aber nicht länger als eine Stunde dauern, weil sonst auch der Tiegel zusammenschmilzt. Nachdem das Feuer ziemlich abgebrannt, wird der Ofen niedergerissen, und der Tiegel sammt der Unterlage, auf welcher er gewöhnlich fest sitzt, herauszunehmen gesucht. Ist der Ofen völlig erkaltet, so hat man sehr viel Mühe, indem der Tiegel mit der nun kalt gewordenen Schlacke und der Unterlage ein Stück bildet. Nachdem der Tiegel herausgenommen, wird er noch warm zerschlagen, und das Metall am besten in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahrt. Auf diese Art wird man, wenn nur hinlänglich Hitze angewendet wurde, 3 bis 4 Drachmen braunes Manganoxyd reduciren können, und einen wohl geflossenen König erhalten. Handelt es sich blofs um kleine Mengen Metall, so wird das Oxyd mit Öhl befeuchtet, auf eine Kohle gelegt, die Flamme einer Weingeistlampe darauf geleitet, und dann die Hitze durch einen Strom Sauerstoffgas verstärkt.

Das Mangan besitzt eine graulichweifse Farbe [1]), wenig Glanz, und einen feinkörnigen Bruch, ist nicht so hart als Roheisen, greift aber die Feile sehr stark an; durch einen mäfsigen Hammerschlag zerspringt es

---

[1]) Ist weifser als Eisen.

leicht, und das eigenthümliche Gewicht desselben beträgt nach meiner Wägung 8·0301 bei + 15° *C.*; nach *John* und *Karsten* 8·013. Von dem Magnete wird das Metall, wenn es eisenfrei ist, nicht gezogen.

Das auf die so eben beschriebene Art gewonnene Mangan ist nicht rein, sondern mit Kohlenstoff und den reducirten Bestandtheilen aus der Asche der Kohle verunreinigt; auch ist es noch sehr ungewiſs, ob chemischreines Manganmetall je dargestellt worden ist. Nach *John* wird das Metall mit Borax in einem Kohlentiegel umgeschmolzen. Es erhält dadurch mehr Glanz, wird leicht flüssiger und so von Kohle befreiet, daſs es sich in Säuren ohne Rückstand auflöset. Allein daraus folgt noch nicht, daſs es ganz rein sey; denn abgesehen davon, ob es nicht statt der Kohle Boron aufgenommen hat, frägt es sich, ob auch das Silicium davon entfernt worden sey, denn das Metall kann sich in Säuren ohne Rückstand auflösen, und doch etwas davon enthalten. Auch kann es seine Fähigkeit, sich leichter an der Luft zu oxydiren, einem kleinen Hinterhalt von Natrium (wenn es mit Borax umgeschmolzen wurde) verdanken.

Gewiſs ist es, daſs höchst unbedeutende Beimengungen von gewissen Körpern die Reduction des Manganoxydes erleichtern und die Schmelzbarkeit des Metalles befördern, ohne dasselbe in seinen Eigenschaften zu verändern. Dergleichen sind die Radicale der Alkalien und einiger Erden. Andere Körper in gröſserer Menge beigefügt, vernichten die hervorstechenden Eigenthümlichkeiten desselben gänzlich. Wird z. B. ein Theil Chromoxydul mit einem Theile rothen Manganoxyd und der nöthigen Menge Kohle gemengt, reducirt; so erhält man einen König, der an der Luft beständig ist, und sich weder in Salz- oder Salpetersäure auch nicht so leicht und nur in vollem Kochen im Königswasser auflösen läſst.

P John gibt an, das Manganmetall werde durch Kohlenoxydgas oxydirt, er habe diese Erfahrung auf Kosten seines wohl geflossenen Königs in der Berliner Porzellanfabrik gemacht. Es ist mir nicht bekannt, dafs *John* directe Versuche in dieser Hinsicht angestellt hätte, auch gibt er die näheren Umstände nicht an. Man hatte die Gefälligkeit, mir in der hiesigen Fabrik Versuche zu gestatten. Ich habe deren mehrere über die Reduction des Metalles gemacht, bin aber zu keinem befriedigenden Resultate gelangt. In den Fällen, wo ich einen König bekam, konnte ich nichts von Oxydation an ihm bemerken; das Metall war vollkommen in ein rundes Korn geflossen, und besafs festen Zusammenhang, was bei dem entweder nicht recht geschmolzenen, oder an der Luft gelegenen der Fall nicht ist. Doch waren diese Fälle selten, gewöhnlich bekam ich kein Metall. Das Oxyd hatte die Form der eingelegten Kugel behalten; von aufsen war es mit einer glänzenden Kruste umgeben, besafs aber sonst wenig Zusammenhang. Bei einem solchen verunglückten Versuche zeigte das *Wedgewood*'sche Pyrometer 160 Grade. Diese Temperatur brachte ich aber am polytechnischen Institute in 1 $^1/_2$ Stunde hervor; dabei war das Metall nicht geschmolzen, wohl aber schien es reducirt zu seyn. Da sich nun das Pyrometer auch in Rücksicht der Zeit der angewendeten Hitze zusammenzieht, so folgt daraus, dafs das Oxyd im obigen Versuche gar nicht reducirt war, was sich auch schon daraus schliefsen liefs, dafs das Oxyd in der Form, in welcher es eingelegt war, erhalten wurde; freilich kann die Sache nur durch einen directen Versuch bestimmt entschieden werden; indessen geschah es mir doch ein Mal, dafs bei der Reduction vor der Esse der Deckel sich loslöste, und an den Seiten des Tiegels angeschmolzen war. Das Metall lag nach dem Abbrennen des Feuers

blofs da; es befand sich also gewifs in einer Atmosphäre von Kohlensäure und Kohlenoxydgas, und doch war es nicht oxydirt. Man kann mir nicht einwenden, das Metall sey vielleicht mit andern Stoffen in einem solchen Grade verunreinigt gewesen, dafs es der Oxydation habe widerstehen können; denn wurde dasselbe Metall der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so zerfiel es bald zu einem braunen Staube. Diese Eigenschaft des Mangan, sich an der Atmosphäre in ein braunes Pulver zu verwandeln, ward zuerst von *Bergmann* bemerkt, und ist die Ursache, dafs es nur, wie schon angeführt wurde, in einer zugeschmolzenen Glasröhre oder über Quecksilber aufbewahrt werden kann. Auch Naphta kann dazu gebraucht werden, doch mufs sie frisch destillirt und vom Wasser wohl befreit seyn, sonst oxydirt sich das Mangan unter Einwirkung von Hydrogen. Dieses Oxydationsvermögen an der atmosphärischen Luft besitzt das Metall nicht immer in gleich hohem Grade. Ich hatte Manganmetall, wovon 1 Drachme binnen $^{3}/_{4}$ Stunden zu Pulver zerfiel, während ein anderes viel längere Zeit brauchte. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt in mehreren Umständen. In trockener und kalter Luft zerfällt das Metall langsam, da es hingegen in feuchter und warmer Luft sehr leicht verwittert. Je reiner das Mangan, desto rascher geht die Oxydation von Statten. Eine gewisse Menge Kohlenstoff, welche dasselbe aufgenommen hat, verzögert sie in etwas; gewöhnlich variirt diese Menge zwischen 0·5 und 1 pCt. vom Gewichte des Metalles. Ist das Mangan mit andern Körpern bedeutend verunreiniget, so zerfällt es entweder gar nicht, oder doch nur sehr langsam. Das Pulver, in welches dasselbe durch die Oxydation an der Luft verwandelt wird, ist selten gleichförmig; sondern mehr oder weniger mit kleinen glänzenden Schuppen von Kohlenstoff-Mangan

vermengt. Die Menge dieser Schuppen hängt von der kürzeren oder längeren Dauer der Schmelzung, und von der Quantität der mit dem Oxyde verbundenen Kohle ab. Ich habe weinsteinsaures Manganoxydul etliche Male mit Öhl durchgebrannt, durch zwei Stunden der heftigsten Hitze ausgesetzt, und einen zwei Drachmen schweren, ganz gut geflossenen König erhalten, welcher im Bruche dem Eisenglimmer ähnlich sah. Der Luft ausgesetzt, fing dieses Metall seinen Zusammenhang zu verlieren an, ohne noch sein metallisches Ansehen eingebüfst zu haben; nach 18 Stunden war es zu einem braunen Pulver zerfallen, gemengt mit metallisch glänzenden Schuppen von 1·5 Linie im Durchmesser. Man erhält diese Schuppen entweder durch gelindes Blasen auf das Pulver, wodurch das leichtere Kohlenmangan entfernt, und dann mittelst einer Feder zusammengekehrt wird; oder durch Wegschaffung des Oxydes mit Säure, wobei es manchmal mit etwas Kieselerde gemengt zurückbleibt. Diese Schuppen lösen sich weder in Salz- noch Salpetersäure, auch nicht wenigstens in einem Zeitraume von ½ Stunde in Königswasser auf. In Salzsäure lagen sie durch 14 Tage, ohne verändert worden zu seyn. Wird eine gewisse Menge dieses Metalls mit Salpetersäure behandelt, die überflüssige Säure durch Hitze verjagt, und dann die Masse zum Glühen gebracht, so bleibt nach dem Auflösen des Manganoxydes das Kohlenstoffmangan unversehrt zurück. Als die Wände des Gefäfses, worin das Oxyd erhitzt wurde, zu glühen anfingen, durchzuckte eine plötzliche Feuererscheinung das Oxyd, die Temperatur desselben fiel aber sogleich unter das Braunrothglühen. Diese Erscheinung rührt wahrscheinlich von der Oxydation der mit dem Oxyde innig gemengten Kohle, entweder mittelst des Sauerstoffes des Oxydes, oder auf Kosten der letzten Antheile von Salpetersäure

her. Wenn man das braune Pulver (das an der Luft zerfallene Metall) mit concentrirter Salzsäure übergiefst, so geschieht eine starke Erhitzung; es bildet sich eine braune Auflösung, welche Chlor ausstöfst, und Wasserstoffgas wird dabei in bedeutender Menge entwickelt. Es scheidet sich dabei allerdings Kohle aus, allein man darf nur die Flüssigkeit im Glase umherschwenken, um die glänzenden Schuppen schwimmen zu sehen. Die ausgeschiedene Kohle ist daher wahrscheinlich mit dem Metalle mechanisch verbunden, während die glänzenden Schuppen eine chemische und den Säuren widerstehende Verbindung der Kohle mit dem Mangan bilden. Ich habe die Eigenschaften derselben ihrer geringen Menge wegen nicht untersuchen können; aber sie können eine bedeutende Rothglühhitze bei Zutritt der Luft ertragen, ohne ihren metallischen Glanz zu verlieren. Schon *Bergmann* [1]) bemerkte dieses Kohlenstoffmangan, als er das Metall in Schwefelsäure auflöste, wobei ein Rückstand blieb, welchen er für Bleischweif hielt. Die Menge dieses Körpers beträgt aber nur sehr wenig, so dafs selbst, wenn sich auch die Schuppen wirklich auflöseten, die Menge des entbundenen Wasserstoffgases in keinem Verhältnisse zu ihrer Quantität stünde. Manches an der Luft zerfallene Metall, in dessen Pulver fast gar keine Schuppen zu bemerken sind, gibt nach Verlauf von acht Tagen, wenn es angehaucht wird, den eigenthümlichen Fettgeruch von sich, und entwickelt, mit Salzsäure übergossen, Hydrogengas.

Der Grund der Entwickelung desselben ist daher nicht in den Schuppen, sondern in dem Manganmetall zu suchen, welches mit einer gewissen Menge Oxydul-

---

[1]) *Opuscul.* B. IV. von Nickel, Kobalt, Platina und Magnesium. S. 485.

Oxyd gemischt ist, und dadurch vor der Einwirkung der Atmosphäre geschützt wird.

Oxydationsstufen des Mangan.

In des Herrn *Berzelius* Lehrbuche der Chemie findet sich Seite 401 — 402 folgende Stelle: »Man war veranlaſst zu glauben, daſs dieses Metall Suboxyde bilden könnte, wovon das eine das braune Pulver seyn würde, in welches das Metall verwandelt wird, wenn es sich an der Luft oxydirt, und das andere würde man, nach *John's* Versuchen, erhalten, wenn das Metall unter reinem Wasser oxydirt wird. Das erste dieser Oxyde ist jedoch nichts anderes, als eine dem Eisenoxyd-Oxydul analoge Verbindung von Oxyd mit Oxydul, und diese ist mit glänzenden Schuppen von Kohlenstoffmangan vermengt, welche, wenn sie mit Wasser übergossen werden, ein übelriechendes Wasserstoffgas langsam entwickeln. Setzt man hingegen Chlorwasserstoffsäure zu, so erhält man sogleich eine braune Auflösung, die Chlor ausstöſst, während die Schuppen sich mit Entwickelung von Wasserstoffgas und mit einem Rückstande von Kohle auflösen. Das zweite dieser vermeinten Suboxyde ist grün von Farbe, und würde, nach *John's* Angabe, auf 100 Th. Metall 15 Th. Sauerstoff aufnehmen, und wenn es in kohlensaurem Gas erhitzt wird, kohlensaures Oxydul geben, während ein Theil der Säure zu Kohlenoxydgas reducirt wird. Man hat *John's* Versuche nicht wiederholt; aber es fehlt nicht an Gründen, dieses Oxyd für Manganoxydul zu halten, dessen Farbe durch eine gröſsere Vertheilung heller ist.« Was das an der Luft zu einem braunen Pulver zerfallene Metall betrifft, so ist es allerdings Oxydul-Oxyd, aber gemengt sowohl mit Metall als Kohlenmangan. Auch glaube ich durch Versuche gezeigt zu haben, daſs die Entwickelung des Was-

serstoffes dem Metalle, nicht aber dem Kohlenmangan zuzuschreiben sey. In Betreff des grünen Pulvers, erhalten durch Oxydation des Metalles unter Wasser, muſs ich bemerken, daſs ich mich bloſs auf *John's* chemische Untersuchungen [1]) und auf dessen Wörterbuch [2]) der Chemie beziehe. In beiden wird das durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnene Oxyd mit dem durch Glühen des kohlensauren Salzes bereiteten für gleich, und als Salzbasis erklärt. Von der Eigenschaft dieses Oxydes, durch Erhitzen das kohlensaure Gas zu zerlegen, kohlensaures Oxydul und Kohlenoxydgas zu bilden, wird nicht erwähnt, wohl aber die Vermuthung geäuſsert [3]), das Metall könne auf ähnliche Art auf die Kohlensäure zersetzend einwirken. Da Herr *Berzelius* dieser Eigenschaft ausdrücklich erwähnt, so ist es wohl möglich, daſs *John* zufolge neuerer Versuche seine Meinung hinsichtlich des Grades der Oxydation geändert hat. Mir aber sind dieselben in den mir zu Gebote stehenden Journalen nicht vorgekommen. Die Sättigungscapacität einer Säure gibt das Mittel, den Sauerstoff des mit ihr verbundenen Oxydes zu berechnen. Da das wasserfreie, schwefelsaure Manganoxydul aus 188·11 Manganoxydul + 140·83 Schwefelsäure bestehet [4]), und die Sättigungscapacität der Schwefelsäure 19·96 ist, so hat man $100 : 19{\cdot}96 = 140{\cdot}83 : 140{\cdot}83 \times 0{\cdot}1996$, d. h. der Sauerstoffgehalt in 128·11 Theilen ist gleich 28·1096.... *Berthier* gibt einen Versuch an, welcher diese Rechnung bestätiget. Er erhitzte 10 Gramme des rothen Oxydes in einem Kohlentiegel aufs stärkste durch vier Stunden,

---

1) Berlin 1811, bei *J. E. Hitzig.*

2) 1815.

3) Chemische Untersuchungen, S. 166.

4) *Pfaff* hat ein schwefelsaures Salz erhalten, dessen Zusammensetzung er ganz anders fand.

und erhielt an metallischem Mangan 7·34 Gramme; nach der Berechnung hätte er aber nur 7·273 Metall erhalten sollen, also einen Überschuſs von ·067 Grammen, welchen er von dem Kohlengehalt des Metalles herleitete; doch wird dabei bemerkt, der Regulus sey an der Oberfläche etwas schlackenartig gewesen. *John*, der gewiſs die meisten Versuche mit dem metallischen Mangan angestellt, sagt, er habe aus 830 Gran kohlensaurem Manganoxydul 350 Gran Metall erhalten. Da in dem kohlensauren Salze 55·84 pCt. Oxydul enthalten sind, so gibt dieses auf 100 Theile des grünen Oxydes 75·5 Metall; also, wenn das Oxydul 21·94 pCt. Sauerstoff enthält, einen Verlust von 2·56 Metall; enthält es aber nur 12·3 pCt., einen Verlust von 12·2 an Metall. Auch ich erhielt ähnliche Resultate wie *John*. Obwohl nun der Verlust auf Seiten der Annahme von 12·3 pCt. Sauerstoff im Oxydul viel gröſser ist; so halte ich dieses doch für keinen Beweis von der Unrichtigkeit dieser Meinung, da die Schwierigkeiten bei der Reduction dieses Metalles, besonders wenn man mit 400 bis 500 Granen braunen Oxydes arbeitet, sehr bedeutend sind. Es kommt also nur auf die Beantwortung der Fragen an: ist das durch Oxydation des Manganmetalles unter Wasser erhaltene grüne Pulver von dem durch Glühen des kohlensauren Oxyduls in verschlossenen Gefäſsen erhaltenen wesentlich verschieden oder nicht? ist es verschieden, wie viel enthält es Sauerstoff? bildet es eine Salzbasis, oder ist es ein Suboxyd?

α) *John* lieſs 80 Gran Manganmetall in einem schicklichen Apparate mit 6 Drachmen Wasser in Berührung, das entweichende Wasserstoffgas betrug beiläufig 24 Unzen. Nach Verlauf eines Tages, und nachdem durch Erhitzen des Wassers keine stärkere Oxydation einzutreten schien, wurde das erhaltene Oxyd in einem verschlos-

senen Gefäſse getrocknet; es betrug 92 Gran, woraus auf 100 Theile Metall $\frac{12.100}{80} = 15$ Theilen Sauerstoff folgen. *John* führt zur Bestätigung dieses Sauerstoffgehaltes noch einige Versuche an, die ich so wie diejenigen, welche zur Bestimmung des braunen und schwarzen Oxydes dienten, angeben will. (β) »Es ist, sagt er, in einem der vorhergehenden Abschnitte bemerkt worden, daſs zur Bildung von 100 Theilen kohlensauren Oxydul 48·60 Theile Metall erforderlich sind, und daſs 100 Th. dieses Oxydes nach Glühung in einer Retorte 55.84 Th. grünlichen Oxydes hinterlassen, welches sich in Säuren ruhig auflöset..... Woraus sogleich 48·60 : (55·84—48·60) = 100 : 14·92 Sauerstoff folgt, so daſs also diese Menge Oxygen, gar wenig von der durch Oxydation des Metalles unter Wasser gefundenen abweicht. In dem vorerwähnten Abschnitte finden sich aber folgende Versuche: — (γ) 190 Gran concentrirter Schwefelsäure von 1·860 sp. Gew. erforderten zu ihrer vollkommenen Neutralisation 100·75 Gran metallischen Mangans. Die filtrirte Flüssigkeit, welche 0·75 Gran glänzender, sehr feiner Kohle hinterlieſs, gab durch kohlensaures Ammoniak zersetzt 205·6 Gran kohlensaures Manganoxydul bei 20° Réaumur getrocknet; 100 Theile kohlensaures Mangan bestehen also aus: Metall 48·60, Sauerstoff, Säure und Wasser 51·40. — (δ) 150 Gran krystallisirtes, im Wasser gelöstes, schwefelsaures Manganoxydul wurden in der Wärme durch salzsaure Barytauflösung zersetzt. Der geglühte schwefelsaure Baryt betrug 148·5 Gran, in welchen 50·5 Gran Säure enthalten sind. Die vom schwefelsauren Baryt befreite Flüssigkeit durch kohlensaures Kali zerlegt, gab 83·25 Gran bei 20° Réaumur getrocknetes, kohlensaures Manganoxydul, und da dieses Salz aus 55·84 Oxydul, 34·16 Kohlensäure, und 10·00 Was-

ser bestehet, so ist das schwefelsaure Manganoxydul zusammengesetzt aus 33·66 Schwefelsäure, 31·00 unvollkommenem Oxyde, und 35·34 Wasser. Das braune und schwarze Oxyd bestimmte *John* auf folgende Weise: — (ε) 92 Gran des durch Oxydation des Metalles unter Wasser erhaltenen grünen Oxydes wurden durch einige Tage der Atmosphäre ausgesetzt, bis sich dasselbe in ein reines dunkelbraunes Oxyd verwandelt hatte. *John* erhitzte es dann durch kurze Zeit in einem verschlossenen Gefäſse; die Gewichtszunahme betrug nahe 8 Gran, so daſs das braune Oxyd bestehet aus 100 Th. Metall und 25 Sauerstoff. Das nämliche Resultat gab das durch Oxydation des Metalls an der Luft erhaltene und durchgeglühte braune Pulver. — (ζ) 100·75 Gran metallisches Mangan in Salpetersäure aufgelöset, von dem Rückstande, welcher 0·75 Gran betrug, befreit, in einer Retorte so lange erhitzt, als sich noch rothe Dämpfe entwickelten, hinterlieſsen 140 Gran schwarzen glänzenden Rückstandes. Das Oxyd war frei von Salpetersäure, und das durch Erhitzung ausgetriebene Gas war reiner Sauerstoff. — (η) 189 Gran kohlensaures Mangan in 12 Unzen Wasser zertheilt, wurden durch 5 Stunden mit einem hindurchgeleiteten Strom Chlorin in Berührung gesetzt. Die Kohlensäure entwich, das Oxyd färbte sich gelb, dann braun, und endlich schwarz, und wog getrocknet 89 Gran. Das in der Flüssigkeit gelöste Oxyd gab nach gehöriger Behandlung 85 Gran kohlensauren Oxydes. Daher entsprechen 77 [1]) Granen des auf diese Weise erhaltenen schwarzen Oxydes 104 Gran kohlensaures Oxydul; und da in 100 Theilen des kohlensauren Salzes 84·60 Mangan enthalten sind, so bestehen 77 Th.

---

[1]) Weil von den 89 Granen schwarzen Oxyd 12 Gran Wasser abzuziehen sind.

dieses schwarzen Oxydes aus 50·54 Metall und 26·46 Sauerstoff, oder aus 100 Metall und 52·35 Sauerstoff. *John's* Versuche über das grüne und braune Oxyd sind so einfach und leicht zu bewerkstelligen, daſs man ihre Bestätigung voraussehen konnte. Ehe ich zur Wiederholung derselben schreite, will ich Einiges über die Versuche (γ) und (δ) bemerken. Es wird nämlich angegeben, 190 Gran concentrirter Schwefelsäure forderten zu ihrer *vollkommenen* Neutralisation 100 Gran metallischen Mangans. Ist dieses richtig, so folgt daraus, daſs *John* aus gleichen Mengen Schwefelsäure, welche mit Manganoxydul zu neutralen Verbindungen vereinigt waren, ungleiche Mengen von kohlensaurem Mangan erhalten hat; oder daſs in dem schwefelsauren Salze das Manganoxydul sich mit verschiedenen Quantitäten Schwefelsäure verbinden kann, ohne daſs die Neutralität des Salzes dadurch verändert würde. Denn da in 190 Granen concentrirter Schwefelsäure 153·54 wasserfreier Säure enthalten sind, so wäre 153·54 : 205·6 = 50·5 : 67·6, d. h. in dem Versuche (δ) hätten 50·5 Schwefelsäure 67·6 kohlensaurem Manganoxydul entsprochen; es wurden aber 83·25 Gran, also um 15·65 Gran mehr erhalten. In dem Versuche (δ) haben sich 33·66 Schwefelsäure mit 31 Oxydul, oder 153·54 $\dddot{S}$ mit 141·1 $\dot{Mn}$ verbunden; nimmt man nun an, daſs 100 Th. Metall mit 28·11 *O.* Oxydul bilden, so verbinden sich im Versuche (γ) 153·54 $\dddot{S}$ mit 128·11 $\dot{Mn}$, also ist hier ein Überschuſs von wasserfreier Schwefelsäure von 14·14 Gran gegen den Versuch (δ). Verbinden sich aber 100 Th. Metall mit $\frac{28 \cdot 11}{2}$ = 14·05 Th. *O.*, also 153·54 $\dddot{S}$ mit 114·045 Oxydul, so findet gar eine Differenz von 22·34 Granen Statt. Um das nämliche Verhältniſs zwischen Säure und

Oxyd wie im Versuche (δ) hervorzubringen, müfsten im Versuche (γ) 100 Metall 41·1 Sauerstoff aufnehmen. Diese Differenz ist nun allerdings zu bedeutend, um sie blofs der Schwierigkeit, auf diese Art die Schwefelsäure mit Mangan vollkommen zu neutralisiren, zuzuschreiben; nichts desto weniger hat sie doch keinen Einflufs auf die Bestimmung der Sauerstoffmenge des Oxyduls, da dieselbe blofs durch Verwandlung des Metalles in kohlensaures Oxydul, (γ) und Zersetzung desselben, wodurch grünes Oxyd erhalten wurde, geschehen ist.

Da nicht angegeben ist, ob in dem Versuche (α) kohlehaltiges oder mit Borax geschmolzenes Metall angewandt ward, so wählte ich ersteres, und um allen Irrungen, welche vielleicht bei dem Trocknen des Oxydes erfolgen könnten, vorzubeugen, verfuhr ich folgender Mafsen: 44 Gran kohlehaltiges Metall wurden mit 2 Unzen gekochten destillirten Wasser in einer tubulirten Retorte, deren Mündung in Quecksilber tauchte, übergossen. In die Retorte wurde Wasserstoff geleitet, aus Zink und Schwefelsäure entwickelt, welcher vorher durch schwache Ätzlauge und dann durch Wasser strich, um von vielleicht anhängender Schwefelsäure befreit zu werden. Nachdem die Einwirkung des Manganmetalles auf das Wasser fast aufgehört hatte, welches in diesem Falle nach beiläufig 18 Stunden erfolgte, erhitzte ich die Flüssigkeit, und dampfte sie, während beständig Wasserstoff darüber strich, bis zur Trockne ab. Das noch in der Flüssigkeit befindliche Oxyd hatte anfangs eine graulichweifse Farbe, nach und nach veränderte sich dieselbe in die grünlichgraue, bis sie endlich, nachdem alle Flüssigkeit verdampft war, und die Temperatur fast bis zum Glühen erhöht wurde, in eine reine hellgrüne Farbe überging. Nachdem bis zum Erkalten der Retorte Hydrogen über das Oxyd gestrichen, wurde die Retorte

auf die Wage gebracht; die Gewichtszunahme des Inhalts betrug 6·25 Gran. Ich öffnete nun den Tubulus der Retorte; das Oxydul mochte beiläufig 16°—20° *C.* besitzen, es verdunkelte sich augenblicklich, und nach 2 Minuten war es vollkommen schwarz; man sah dabei ganz deutlich, wie diese Oxydation zuerst an den Rändern des Oxydes, als unmittelbar mit der Luft in Berührung begann, sich dann kreisförmig verbreitete, bis endlich die ganze Fläche des Oxydes, vom Boden der Retorte aus betrachtet, sich verdunkelte. Der Inhalt wog nun 56·5 Gran; hatte also wieder um 6·25 Gran zugenommen, und diese Gewichtszunahme vermehrte sich nicht auch in einem Zeitraume von zwei Tagen. Das so erhaltene schwarze Oxyd übergoſs ich mit verdünnter Salzsäure. Es entwickelte sich sogleich eine äuſserst geringe Menge einer Luftart, welche Hydrogen gewesen zu seyn scheint, und die Auflösung nahm nach einiger Zeit eine schwach rosenrothe Farbe an; da aber dabei der gröſste Theil des Oxydes unaufgelöset zurück blieb, so setzte ich concentrirte Säure zu. Es bildete sich sogleich unter Erhitzung eine schwarzrothe Flüssigkeit, welche beständig Chlordämpfe entwickelte, und überhaupt alle Eigenschaften einer Verbindung des schwarzen Oxydes mit Salzsäure besaſs; nachdem sie einige Tage an der Luft gestanden, verlor sie ihre Farbe, doch nicht gänzlich; am Sonnenlichte ging das Verbleichen schneller; die dabei sich absetzende Kohle betrug wohl gewaschen 0·25 Gran. Zieht man nun dieselbe von den 44 Granen angewendeten Metalles ab, so verbinden sich 100 Theile Mangan im grünen Oxyde mit

$$\frac{6{\cdot}25 . 100\,000}{43{\cdot}75} = 14{\cdot}285$$ Sauerstoff, welches von dem obigen, nach *John* angeführten Verhältnisse wenig abweicht. Was den Sauerstoffgehalt in dem erhaltenen schwarzen

Oxyde betrifft, so ist derselbe noch ein Mal so grofs als im grünen Oxyd, weil 43·75 : 12·75 = 100 : 29·14 Diese Menge Sauerstoff stimmt nicht mit derjenigen überein, welche Prof. *John* gefunden, nach welcher sie 40·19 auf 100 Theile Metall betragen soll, aber sie stimmt mit den Versuchen anderer Chemiker in so ferne überein, als beiläufig 14·860 Metall erforderlich sind, um das Oxydul in schwarzes Oxyd zu verwandeln. Es wäre möglich, dafs *John* bei Zersetzung des salpetersauren Salzes durch gelinde Hitze fast reines Hyperoxyd erhalten hätte.

Wird kleesaures Manganoxydul in einer kleinen Retorte durch Hitze zerlegt, so entweicht Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Wasser, und es bleibt dabei ein schön pistaziengrünes Pulver zurück, welches aber doch dunkler ist als dasjenige, welches durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnen wird. Dieses Oxyd mit Wasser gemengt, und über Quecksilber mit Salzsäure in Berührung gebracht, gibt Chlormangan, ohne eine Spur von Wasserstoff zu entwickeln. Auf diese Art würde also das vermeinte Suboxyd nicht erhalten, obwohl man diefs schon aus der Angabe der Zersetzung, welche es beim Erhitzen auf die Kohlensäure ausüben soll, hätte schliefsen können.

Da der durch Oxydation des Metalles durch Wasser entbundene Wasserstoff dem sich mit dem Metalle vereinigenden Sauerstoff proportional seyn mufs, so könnte man versuchen, aus dem Volumen des Hydrogen das Gewicht des Oxygen zu bestimmen. Obwohl nun das spec. Gewicht des entwickelten Gases nicht das des reinsten Hydrogen seyn kann, indem schon der eigene Fettgegeruch und die Eigenschaft, mit grünlicher Flamme zu brennen, auf eine Verunreinigung hindeutet, auch das dem Metalle beigemischte Silicium und Carbon das Volumen desselben verändern; so sind doch die Fehler,

welche dadurch entstehen, von so geringem Belange, daſs sie vernachlässiget werden können. Es tritt aber hierbei ein anderer Umstand ein, welcher mehr Einfluſs auf das Resultat ausüben würde, wenn man ihn nicht beseitigen könnte. Das Metall wird nämlich bei gewöhnlicher Temperatur im Wasser nicht vollkommen oxydirt. Wird Manganmetall acht bis zehn Tage im Wasser gelassen, und dann der Flüssigkeit Säure zugesetzt, so entwickelt sich Hydrogen, dessen Menge 0·1 bis 0·25 des ursprünglich entwickelten betragen kann, und welche sowohl von der Temperatur des Wassers, als auch von der Zeit, durch welche es mit demselben in Berührung war, abhängt. Wird das Metall mit heiſsem Wasser digerirt und so behandelt, wie ich es oben angegeben habe, so wird das grüne Pulver durch Zusatz einer Säure entweder gar keine, oder doch nur eine höchst unbedeutende Menge Wasserstoff entbinden. Es ist daher kein Suboxyd, sondern eine Salzbasis. Um also bei gewöhnlicher Temperatur das Metall durch Wasser vollständig zu oxydiren, ist der Zusatz einer Säure nothwendig; es entwickelt sich die nämliche Menge Wasserstoff, man mag entweder unmittelbar, oder nachdem das Metall durch Wasser oxydirt ist, Säure zusetzen. *John* erhielt von 80 Gran Metall 24 Unzen; ich erhielt, als 15 Gran Metall (mit Abzug der Kohle) zuerst mit Wasser, dann mit Säure in Berührung gebracht wurden, 12·2 Wiener Kubikzoll Hydrogen (bei + 10° *C.*), wobei die Vergröſserung des Volumens, bewirkt durch das Wassergas, bereits abgerechnet ist; auf 0° reducirt, bekommt man, da die Ausdehnung der Luft für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers 0·00375 beträgt, 11·7425 Wiener Kubikzoll, welchen also als die Hälfte des Volumens 5·87125 Wiener Kubikzoll Sauerstoffgas entsprechen. Aber 1 Wiener Kubikzoll atmo-

sphärischer Luft wägt bei 0° Temperatur, und 28·89 Barometerhöhe 0·326 Gran; und da das spec. Gewicht des Sauerstoffgases = 1·1026 ist, so wägen 5·87125 Wiener Kubikzoll Sauerstoffgas 2·110403 Gran. Daher verbinden sich 100 Theile Metall mit $\frac{211 \cdot 0403}{15} = 14 \cdot 0693$ Oxygen, welches von dem durch directe Versuche gefundenen Resultate wenig abweicht.

1300 Milligramme Manganmetall wurden einige Wochen der Atmosphäre ausgesetzt, und das erhaltene braune Pulver unter gehöriger Vorsicht mit concentrirter Salpetersäure übergossen, im Platintiegel langsam bis zur Zersetzung der Säure erhitzt, dann aber volle Weiſsglühhitze gegeben, um braunes Oxyd zu erhalten, welches als Mittel aus drei Versuchen 1605 Milligramm betrug. Es verbinden sich also 100 Theile Metall im Oxyduloxyd mit 23·46154 Oxygen. Da nun dasselbe als aus 1 Atom Oxydul und 2 Atomen Oxyd bestehend betrachtet werden kann, so nenne man x den Sauerstoffgehalt des Oxyduls, und bemerke, daſs, wie oben gezeigt wurde, das schwarze Oxyd zwei Mal so viel Oxygen als das grüne enthält, und man wird finden

$$\tfrac{5}{3}\, x = 23 \cdot 46154 \quad \text{oder} \quad x = 14 \cdot 0269.$$

Der Sauerstoffgehalt des schwarzen Oxydes im Oxyduloxyd beträgt also vier Mal so viel als der des grünen Oxydes. 100 Th. des Oxydes, erhalten durch Oxydation des Manganmetalles unter Wasser, nahmen Sauerstoff auf, um zu bilden braunes Oxyd: 8·22, schwarzes Oxyd: 12·34. Nach *Berzelius* 100 Theile des durch Glühen des kohlensauren Salzes erhaltenen Oxyduls, um zu bilden braunes Oxyd: 7·31, schwarzes Oxyd: 10·97. Die Resultate dieser Versuche stimmen so nahe überein, als es billiger Weise zu erwarten ist. Da nun das durch Calcination des kohlensauren Salzes in verschlossenen Ge-

fäſsen erhaltene, mit dem durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnenen grünen Oxyde, von dem braunen Oxyde, welches eine sehr leicht gleichförmig zu erhaltende Oxydationsstufe ist, gleich weit entfernt ist, so müssen diese grünen Oxyde auch einander gleich seyn; ist das eine eine Salzbasis, so kann das andere kein Suboxyd seyn, und verbinden sich in dem einen 100 Th. Metall mit 14·0769 Sauerstoff, so wird das Metall in dem andern auch so viel aufnehmen müssen. Doch stehet der Annahme, daſs das Oxydul 12·3 pCt. Sauerstoff enthalte, ein Hinderniſs in stöchiometrischer Hinsicht entgegen; es müſsten sich nämlich 100 Th. Oxydul mit 61·62 Th. Schwefelsäure verbinden; es vereinigen sich aber 100 Th. Oxydul mit 109·92 Th. dieser Säure. Man kann also die Mangansalze nicht einmal als saure Salze bestehend aus 1 Atom Oxydul und 2 Atomen Säure betrachten, denn, wenn dieses der Fall wäre, müſste der Schwefelsäuregehalt noch ein Mal so viel, d. h. 123·24 betragen; da er aber nur 61·62 + 48·30 (welche Zahlen sich beiläufig wie 5·1 : 4 verhalten) ist, so erregt dieser Umstand allerdings einige Zweifel gegen diese Annahme. Ich habe die oben angegebenen Versuche mehrmal wiederholt mit Erlangung desselben Resultates; sie stimmen, mit Ausnahme des schwarzen Oxydes, mit denen von *John* angegebenen überein; sie stimmen aber auch mit Einschluſs des schwarzen Oxydes mit den Versuchen von *Arfwedson* und andern Chemisten überein, in so fern man den Sauerstoffgehalt betrachtet, welchen das grüne Oxyd aufnimmt, um in die nachfolgenden Oxydationsstufen überzugehen. Ist $B =$ der Menge des Oxyduls, $S =$ der Menge der Säure, welche sich mit dem Oxydul verbindet, $\sigma =$ der Sättigungscapacität der Säure, so hat man zur Berechnung des Sauerstoffgehaltes im Oxydul die Formel: $\frac{B \,.\, S \,.\, \sigma}{200\,B - S\,\sigma}$. Das Atomengewicht des Mangan

ist entweder 355·787 nach *Berzelius*, oder das doppelte, nämlich 711·574 (ich habe 710·5327 gefunden), und 100 Th. desselben verbinden sich

		Berzelius	*John*		*Bachmann*	
in dem Manganoxydul	mit	28·11	15		14·07	Sauerstoff.
» » Manganoxydul-Oxyd	»	37·48	25		23·46	
» » Manganoxyde	»	42·16	40	mit Salpetersäure bereitet,	28·14	
» » Manganhyperoxyd	»	56·22	52·34	mit Chlor bereitet,	42·21	
» der Mangansäure	»	70·27	»		56·28	
oder 100 Th. Oxydul						
in dem Manganoxydul-Oxyd	mit	7·31	8·69		8·22	
» » Manganoxyde	»	10·97	21 75		12·34	
» » Hyperoxyde	»	21·94	32 43		24·68	
» der Mangansäure	»	32·91	»		37·02	

Die Oxydationsstufen des Mangan verhalten sich (mit Ausschluſs des braunen Oxydes) entweder wie 2:3:4:5 oder wie 1:2:3:4.

J o d m a n g a n.

Wird fein gepülvertes Manganmetall mit Jod in einer kleinen Retorte erwärmt, so verbindet es sich unter beträchtlicher Hitze mit demselben, ohne daſs jedoch dabei die Masse ins Glühen

geräth. Wenn Manganoxyd mit Jod erhitzt wird, so entweicht das Jod, ohne daſs eine Vereinigung beider Körper Statt findet. Das Oxydul und kohlensaure Salze werden von der Jodwasserstoffsäure lebhaft angegriffen; am leichtesten erhält man jedoch diese Verbindung, wenn Schwefelmangan mit Jod und Wasser in einer Flasche geschüttelt wird, die Flüssigkeit erwärmt sich sehr stark; sie wird farblos, wenn das Sulfurid hinlänglich zugegen war, und enthält eine Auflösung von Jodmangan [1]); das Jod entreiſst dabei dem *Schwefel* einen Antheil Metall, es sondert sich etwas gelber Schwefel ab, der gröſste Theil des Rückstandes hat eine braunrothe Farbe und scheint eine eigene höhere Schwefelungsstufe zu bilden, auf welche Jod keine Wirkung mehr hat. Die Auflösung des Jodmangan im Wasser ist farblos, wenn sie rein ist; sie wird aber bei der Concentration roth, welches vom ausgeschiedenen Jod herzurühren scheint; diese Auflösung ist schwer zum Krystallisiren zu bringen, und die Krystalle zerflieſsen an der Luft; in einer kleinen Retorte erhitzt schmelzen sie in ihrem Krystallwasser, bei stärkerer Erhitzung wird dieses ausgetrieben, wobei zugleich etwas Jod entweicht, und das Wasser davon roth gefärbt wird; beim Glühen in verschlossenen Gefäſsen wird das Salz nicht zersetzt, es sublimiren sich einige gelblichweiſse Krystalle, welche bald zu dunkelrothen Tropfen zerflieſsen, und am Boden der Retorte bleibt ein weiſser Klumpen; bei Zutritt der Luft wird es zersetzt; in einer Porzellanschale erhitzt, wird es sehr leicht zerlegt, Jod entweicht und braunes Manganoxyd bleibt zurück; durch kohlensaure und blausaure Alkalien wird es weiſs gefällt; durch Am-

---

[1]) Mit Chlorbarium gibt sie Spuren von Schwefelsäure zu erkennen.

moniak wird der ganze Mangangehalt nicht ausgefällt, sondern es bildet damit ein Doppelsalz, welches von mehr Ammoniak nicht verändert wird; concentrirte Jodwasserstoffsäure bildet mit schwarzem Manganoxyd eine dunkelrothe Auflösung, die nach Jod riecht; Jodkalium mit Chamäleon gemischt und in einer Retorte mit Schwefelsäure übergossen, gab im ersten Augenblicke einen rothen Dampf, bald aber entwickelte sich Jod in violetten Dämpfen, schwefelige Säure gab sich durch den Geruch zu erkennen. Jodwasserstoff mit Jod gemengt destillirte in rothen, höchst ätzenden Tropfen (ganz so wie Jodsäure) über, und im Halse der Retorte sublimirten sich gelbe Nadeln, die aber bald ins Grünlichgelbe übergingen, und die ich ihrer geringen Menge wegen nicht näher untersuchen konnte; wenn man das bei dem Manganperchlorid angegebene Verfahren anwendet, wird man vielleicht doch eine ähnliche Verbindung hervorbringen können.

V.

Neue und verbesserte physikalische Instrumente.

---

1. Untersuchung der verkäuflichen Pottasche auf ihren Kaligehalt. Von *Gay-Lussac.*

(Ann. de Chim. et de Phys. T. 39, p. 337.)

Die Untersuchung der Pottasche auf Kali wird nach *Gay-Lussac's* Anweisung am zweckmäfsigsten dadurch veranstaltet, dafs man ausmittelt, wie viel Pottasche man braucht, um eine gewisse Quantität Schwefelsäure zu sättigen. Diese Untersuchung zerfällt in einzelne Ar-

beiten, und es sind dazu mehrere Gefäſse nothwendig. Diese sind in Fig. 10 abgebildet. *A* ist eine hohle Glaskugel mit einer 6 — 7 Millim. weiten Röhre, die bei 15° *C.* bis zum Striche *a b* 54.268 *C.* Centimeter faſst, und mit einem Trichter *B* versehen ist. *C* ist eine unten verjüngt zulaufende Glasröhre. *E* ist ein Gefäſs, das bis zum Zeichen *c d* genau 1 Liter Wasser faſst. Dazu gehört ein Rührer *F* und eine Glasröhre *G*. *H* ist ein Meſsgefäſs, das in halbe Kubikcentimeter getheilt, und mit einer Scale versehen ist. *I* stellt wieder ein anderes Gefäſs vor, das bis zum Zeichen *f g* einen halben Liter faſst. Dazu gehört das Maſs *K*, welches eine unten bauchförmig erweiterte, beiderseits offene Röhre vorstellt von solcher Gröſse, daſs sie bis zum Zeichen *h i* 50 *C.* Centimeter faſst. Endlich ist noch *L* ein Becher, der ¼ Liter Wasser faſst.

Nebst dieser Apparate braucht man zur beabsichtigten Untersuchung noch verdünnte Schwefelsäure, die zu untersuchende Probe von Pottasche, und endlich Lackmuspapier als Mittel, den Sättigungszustand einer Mischung aus Schwefelsäure und Kali zu erkennen. Die Zubereitung jedes einzelnen fordert besondere Vorsichten.

Zubereitung der Schwefelsäure: Man gieſse mittelst des Trichters *B* in die Kugel *A* Schwefelsäure von 1.8427 spec. Gew. bis zum Zeichen *a b*. Diese wird bei 15° *C.* 100 Gramme wiegen. Hat man etwa zu viel Säure zugegossen, so daſs sie über den Strich *a b* reicht, so taucht man die Röhre *C* hinein, schlieſst dessen oberes Ende mit dem schwach befeuchteten Zeigefinger, und zieht sie heraus. Da wird man einen Theil der Säure mit herausgenommen haben. Sollte die Flüssigkeit nicht ganz bis *a b* reichen, so kann man mit derselben Röhre leicht einige Tropfen nachträglich in die Kugel *A* bringen.

Man kann die Menge Schwefelsäure, welche die Untersuchung fordert, auch unmittelbar durch Abwägen bestimmen. Sollte die Säure, wenn sie in der Kugel *A* bis zum Zeichen am Halse reicht, bei 15° nicht 100 Gr. wiegen, und wäre sie zu wenig concentrirt, so müſste man sie durch Destillation vorläufig auf die Normaldichte 1.8427 bringen. Hierauf nimmt man das Gefäſs *E*, füllt es zur Hälfte mit Wasser, gieſst langsam die Säure aus der Kugel *A* hinein, und ertheilt derselben dabei eine drehende Bewegung, wäscht die Kugel *A* mehrere Male mit Wasser aus, und vereinigt dieses mit dem Inhalte des Gefäſses *E*, mischt die Masse mit dem Rührer *F* gut durch einander, und setzt so lange Wasser zu, bis nach der Erkaltung die Mischung bis zum Zeichen *c d* reicht. Will man die rechte Mischung der Säure lieber durch das Gewicht bestimmen, so mischt man 100 Gr. concentrirte Schwefelsäure mit 962 09 Gr. Wasser.

Probemasse der Pottasche: Man nehme von verschiedenen Stellen der zu untersuchenden Pottasche eine Masse, die zusammen 48.07 Gr. wiegt, gebe sie in das Gefäſs *I*, das sich auf einem horizontalen Tische befinden muſs, schütte Wasser zu, und mische alles mit dem Rührer *F* gut durch einander; zuletzt muſs die flüssige Masse bis zum Zeichen am Halse *f g* reichen.

Ist nach dieser Weise sowohl die Normalsäure als die Kalilösung gehörig bereitet, so schreitet man zur eigentlichen Untersuchung der Pottasche. Dabei verfährt man so:

Man füllt mit der Normalsäure das Meſsgefäſs *H* so weit, daſs sie etwas über den Nullpunct der Theilung reicht, und läſst den Überschuſs durch die Ansatzröhre *e* tropfenweise ablaufen. Man kann leicht durch einen vorläufigen Versuch ausmitteln, wie viele Tropfen auf den zwischen zwei Theilstriche der Scale enthaltenen Raum kommen.

Hierauf tauche man die Röhre *K* mit der Spitze in die Kalilösung, hebe durch Saugen so viel Flüssigkeit hinein, daſs sie etwas über das Zeichen *hi* reicht, schlieſse die obere Öffnung von *K* mit dem Zeigefinger, und ziehe sie dann aus der Flüssigkeit zurück. Bevor *K* das Gefäſs *I* verläſst, muſs man den kleinen Überschuſs der Lauge in die übrige Masse zurücklaufen lassen, damit *K* genau bis zum Zeichen *hi* gefüllt sey. Dabei thut man gut, das untere Ende von *K* an die Glaswand von *I* anzuhalten, damit auch der letzte herausflieſsende Tropfe weggenommen werde. Ist dieses geschehen, so faſst *K* genau 4.80 Gr. von der Pottasche, oder 50 *C.* Cent. der Lösung. Diesen Inhalt überträgt man in das Gefäſs *L*, und gieſst eine hinreichende Menge Lackmuslösung hinein, um der Masse eine deutliche blaue Farbe zu geben, wobei man gut thut, das Gefäſs *L* über ein Blatt weiſses Papier zu halten, um die Farbenänderung leichter wahrzunehmen.

Nun wird von der Säure langsam so viel in die Kalilösung gegossen, bis die Sättigung erfolgt ist, welche man aus der Farbenänderung erkennt. Sobald sich beim Hineintröpfeln der Säure kein Geräusch mehr hören läſst, und nur ein schwaches Aufbrausen erfolgt, darf man nicht mehr als zwei Tropfen auf ein Mal zugeben, und nach jeder Zugabe mit dem Glasstab *N* auf blauem Lackmuspapier einen Strich machen. Sobald der Sättigungspunct überschritten ist, wird die weinrothe Farbe zwiebelschalenroth, und der auf Lackmuspapier gemachte Strich ist bleibend roth. Man gibt aber doch zur grösseren Sicherheit noch eine oder zwei Portionen Säure zu, und entnimmt dann aus der Scale am Meſsgefäſse *H*, wie viel Hunderttheile an Säure man zur Sättigung des Kali gebraucht hat, und subtrahirt dann von diesem Quantum so viel Viertel von einem Hundertel der Säure, als

man bleibend rothe Striche auf dem Papier gemacht hat, *plus* einem. Die letztere Subtraction hat darin ihren Grund, daſs das bei der Sättigung des Kali entstehende schwefelsaure Kali die Reaction der freien Säure auf das Probepapier um einen Tropfen verzögert. Die nach dieser Subtraction übrig bleibende Zahl gibt die Anzahl der Kilogramme Kali in Hunderttheilen Pottasche an. Bei den während des Sättigungsversuches vorgehenden Farbenveränderungen kann man schon auf die Causticität der geprüften Pottasche einen Schluſs machen. Es lassen sich in dieser Beziehung drei Fälle unterscheiden: Die Pottasche ist entweder caustisch, oder ein Carbonid, oder ein Bicarbonid. Im ersten Falle ändert sich die Farbe erst am Ende der Sättigung, und geht plötzlich von Blau in Zwiebelschalenroth über; im zweiten Falle fängt bei $^{11}/_{20}$ der Sättigung ein starkes Aufbrausen an, die blaue Lackmusfarbe geht in weinroth über, und erhält sich bis zum Augenblicke der vollkommenen Sättigung, wo sie zwiebelschalenroth wird. Im dritten Falle wird die Flüssigkeit schon weinroth, wenn man $^{1}/_{20}$ der zur Sättigung nöthigen Schwefelsäure zugegeben hat, und behält diese Farbe, bis die Sättigung überschritten ist.

Prüfung auf schwefelsaure Salze: Pottasche enthält oft schwefelsaure Salze. Um diese zu entdecken, muſs man vorläufig die schwefelsauren Salze zu prüfen verstehen. Zu diesem Zwecke bedient man sich am besten des Baryumchlorides (salzsauren Barytes). Man gibt 248.435 Gr. dieses Salzes in das Gefäſs *E*, und gieſst so viel Wasser zu, bis nach erfolgter Auflösung die Flüssigkeit bis zum Zeichen *cd* reicht. Bei 15° *C.* hat diese Lösung die Dichte 1.1812. Hierauf pulvert man das zu prüfende Salz, löset 48.07 Gr. im Gefäſse *I* in $^{1}/_{2}$ Liter Wasser auf, nimmt davon $^{1}/_{10}$ mittelst der Röhre *K* (wel-

che Masse bis zum Zeichen am Halse reicht), überfüllt es in ein gewöhnliches Trinkglas, füllt *H* mit der Chlorbaryumlösung, und tröpfelt sie langsam in die Auflösung des schwefelsauren Salzes, bis keine Trübung mehr erfolgt. Ist die Flüssigkeit schon so trübe, daſs man nicht mehr sehen kann, ob durch Zugabe einer neuen Menge Baryumchlorides ein fernerer Niederschlag erfolgt, so gieſst man eine kleine Portion davon in ein Filtrum, und sammelt die durchlaufende Flüssigkeit in einem Filtrirgefäſse. Erleidet diese durch Zusatz von ein paar Tropfen Baryumchlorides keine Trübung mehr, ist der Sättigungspunct schon überschritten, so muſs man den Prozeſs von Neuem vornehmen. Ist dieses nicht der Fall, so gieſst man ferner Baryumchlorid zu, der Reichlichkeit des Niederschlages gemäſs, vermengt das, was auf dem Filtrum sich befindet, mit der übrigen Masse, rührt sie durch einander, filtrirt dann eine neue Quantität derselben mit dem vorigen Filtrum, und prüft die klare Masse von Neuem. Man hat dabei besonders darauf zu achten, daſs nicht mit der ersten durch das Filtrum gehenden Portion der Versuch vorgenommen werde, wogegen man gesichert ist, wenn man das erste Quantum ganz ablaufen läſst, und eine zweite Portion zur Prüfung nimmt. Hat man es dahin gebracht, daſs ein oder zwei Tropfen Baryumchlorid keine Trübung mehr hervorbringen, so gibt das, was in der Meſsröhre *H* fehlt, den Gehalt an schwefelsaurem Kali. Man kann sich die Arbeit abkürzen, wenn man die Lösung des Baryumchlorides nicht tropfenweise in die zu prüfende Flüssigkeit gieſst, sondern so viel, als zwei Abtheilungen der Scale der Meſsröhre *H* fassen, und, falls die Sättigung überschritten ist, mit einer um zwei Abtheilungen kleinern Quantität den Versuch erneuert. Enthält das schwefelsaure Kali überschüssige Säure, so

wiegt man 48.07 Gr. davon ab, und löset sie in so viel Wasser auf, dafs alles $^1/_2$ Liter beträgt, nimmt hierauf die Röhre *K*, füllt sie mit dieser Lösung, und bestimmt ihren Gehalt wie den des neutralen Salzes. Es sey 72 der gefundene Gehalt. Ferner bereitet man eine Lösung von kohlensaurem Kali von solcher Stärke, dafs sie ihr gleiches Volumen der Probesäure sättigen kann. Man erhält sie, indem man 70.506 Gr. kohlensaures, bei der Dunkelrothglühhitze getrocknetes Kali in so viel Wasser auflöset, dafs die Lösung $^1/_2$ L. beträgt, oder indem man 100 Gr. kohlens. Kali in 691.574 Gr. Wasser löset. Nun nimmt man die Röhre *K* voll saurer schwefelsaurer Kalilösung, sättiget sie mit kohlensaurem Kali, das in *H* enthalten ist, und lernt so die Menge freier Säure kennen, welche das saure Salz enthält. Beträgt diese 25, so ist $72 - 28 = 44$ der Kaligehalt des sauren schwefelsauren Kali's.

Bei der Prüfung einer Pottasche, die schwefelsaures Kali enthält, verfährt man zuerst so, als wenn sie dieses nicht enthielte, und bemerkt ihren Kaligehalt. Hierauf nimmt man die Röhre *K* von derselben Lösung, giefst sie in *L*, gibt so viel schwefelsaurefreie Salz- oder Salpetersäure zu, dafs sie Lackmus deutlich röthet, und untersucht sie mittelst Chlorbaryum. Braucht man z. B. $^{35}/_{100}$ der Normalsäure zur Sättigung des Kali, und $^{12}/_{100}$ Chlorbaryum zur Ausscheidung des schwefels. Kalis, so enthält die Probe $^{35}/_{100}$ freies oder an Kohlensäure gebundenes, und $^{12}/_{100}$ an Schwefelsäure gebundenes Kali.

Prüfung eines Gemenges von Seesalz und Chlorkalium (salzsaures Kali). Diese Untersuchung läfst sich leicht mittelst der Temperaturerniedrigung bewerkstelligen, die das zu prüfende Salz bei seiner Auflösung im Wasser hervorbringt, und beruht auf der sehr ungleichen Er-

niedrigung der Temperatur, die beide Salze im Wasser bewirken. Man verfährt dabei so: Es werden von dem zu prüfenden Gemenge 60 Gr. in Wasser aufgelöset, die Lösung filtrirt, das Filter abgespült, die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft, der Salzrückstand gewogen, sein Gewicht mit 10 multiplicirt und das Product mit 6 dividirt, und so die Salzmenge erhalten, welche in Hunderttheilen des Gemenges vorkommt. Dieses Salz wird fein zerrieben und 50 Gr. davon abgewogen, zugleich 200 Gr. Wasser in ein Gefäſs gegossen, das Salz auf ein Papier gelegt, und abgewartet, bis es mit dem Wasser eine gleiche Temperatur hat, dann in das Wasser geschüttet, in welchem sich ein Thermometer, das in Fünftelgrade getheilt ist, und Zehntelgrade erkennen läſst, befindet, die Flüssigkeit schnell herumgeschwenkt, um die Auflösung zu beschleunigen, und der niederste Stand des Thermometers bemerkt, den es erreicht. Aus dem Unterschiede zwischen diesem Stande und den des reinen Wassers vor der Mischung erkennt man den Gehalt an Chlorkalium, und mithin durch Subtraction den an Seesalz mittelst folgender Tabelle:

Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.
1°.9	0.00	2°.9	10.53	3°.9	21.05
2 .0	1.05	3 .0	11.58	4 .0	22.10
2 .1	2.10	3 .1	12.63	4 .1	23.16
2 .2	3.16	3 .2	13.68	4 .2	24.21
2 .3	4.21	3 .3	14.74	4 .3	25.26
2 .4	5.26	3 .4	15.79	4 .4	26.31
2 .5	6.31	3 .5	16.84	4 .5	27.37
2 .6	7.37	3 .6	17.89	4 .6	28.42
2 .7	8.42	3 .7	18.95	4 .7	29.47
2 .8	9.47	3 .8	20.00	4 .8	30.53

Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.
4°.9	31.58	7°.1	54.74	9°.3	77.89
5 .0	32.63	7 .2	55.79	9 .4	78.95
5 .1	33.68	7 .3	56.84	9 .5	80.00
5 .2	34.74	7 .4	57.89	9 .6	81.05
5 .3	35.79	7 .5	58.95	9 .7	82.10
5 .4	36.84	7 .6	60.00	9 .8	83.16
5 .5	37.89	7 .7	61.05	9 .9	84.21
5 .6	38.95	7 .8	62.10	10 .0	85.26
5 .7	40.00	7 .9	63.16	10 .1	86.31
5 .8	41.05	8 .0	64.21	10 .2	87.37
5 .9	42.10	8 .1	65.26	10 .3	88.42
6 .0	43.16	8 .2	66.31	10 .4	89.47
6 .1	44.21	8 .3	67.37	10 .5	90.53
6 .2	45.26	8 .4	68.42	10 .6	91.58
6 .3	46.31	8 .5	69.47	10 .7	92.63
6 .4	47.37	8 .6	70.53	10 .8	93.68
6 .5	48.42	8 .7	71.58	10 .9	94.74
6 .6	49.47	8 .8	72.63	11 .0	95.79
6 .7	50.57	8 .9	73.68	11 .1	96.84
6 .8	51.58	9 .0	74.74	11 .2	97.89
6 .9	52.63	9 .1	75.79	11 .3	98.95
7 .0	53.68	9 .2	76.84	11 .4	100.00

Prüfung der Varecksalze. Durch Auslaugen der rohen Vareckssoole erhält man ein Salz, das aus Seesalz, Chlorkalium, schwefelsaurem Kali, aus 1 — 2 pCt. kohlensaurem Natron, und aus etwas Jodkalium und unterschwefeligsaurem Kali besteht. Den Gehalt an den ersten drei Salzen mittelt man so aus: Man nimmt 48.07 Gr. Varecksalz, löset sie in $^1/_2$ Liter Wasser auf, gibt zur Auflösung reine Salpeter- oder Salzsäure, um sie säuerlich zu machen und das kohlensaure Natrum zu zersetzen, und mittelt aus, wie viel Chlorbaryumlösung man zur Ausscheidung der Schwefelsäure braucht.

Brauchte man z. B. dazu $^{12}/_{100}$, so enthielte das Vareck-salz 12 Kilog. Kali, oder, der folgenden Tafel gemäſs, 22.19 Kilog. schwefels. Kali oder 18.97 Chlorkalium auf Hunderttheile. Dann bringt man den mit Chlorbaryum gesättigten Theil der Flüssigkeit zur übrigen Masse zurück, und löset darin noch 12 — 15 Gr. Varecksalz auf, sättiget diese Masse vollkommen mit Chlorbaryum, filtrirt sie, und raucht sie zur Trockne ab. Was übrig bleibt, ist ein Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium, das man nach dem Früheren untersuchen kann. Gesetzt, es betrage der Gehalt an ersterem $^{45}/_{100}$, mithin an letzterem $^{55}/_{100}$. Diese Zahlen müssen aber reducirt werden. Denn da die 22.19 Kilog. schwefels. Kali nur 18.97 Chlorkalium geben, so reduciren sich 100 Th. Varecksalz nach der Zersetzung des schwefels. Kali durch Baryumchlorid auf 96.98, und man muſs die 45 Th. Chlorkalium und die 45 Th. Chlornatrium in dem Verhältnisse 100 : 96.78, d. i. auf 43.55 und 53.23 vermindern. Zieht man von 43.55 die 18.97 Th. Chlorkalium, als Product der Zersetzung der schwefelsauren Salze, ab, so erhält man als im Varecksalze enthalten 24.58.

Mittel, Varecksalz zu erkennen. Um dieses Salz, selbst wenn es bereits ausgewaschen worden ist, mit Sicherheit zu erkennen, gieſse man Schwefelsäure darauf, und sehe, ob sich violette Dämpfe entwickeln, welche das Daseyn von Jod beweisen, oder, falls diese Dämpfe unterbleiben, ob das Salz nicht wenigstens eine braune Farbe annimmt.

Das sicherste und empfindlichste Prüfungsmittel besteht aber darin, daſs man etwas weniger Wasser zum Salz gibt, als zur Auflösung desselben nöthig ist, hierauf etwas Stärkmehl einrührt, und dann unter Umrühren Chlorkalklösung tropfenweise zugibt; da muſs die Flüssigkeit, wenn man es mit wahrem Varecksalze zu

thun hat, eine mehr oder weniger gesättigte violette Farbe annehmen, welche aus der Verbindung des Jod mit Stärke hervorgeht.

Alkalimetrischer Gehalt eines Alkali. Darunter versteht man die Percente einer bestimmten Säure, die mit einem gleichen Gewichte dieses Alkali gesättiget ist. Man hat im Handel als Säureeinheit einen metrischen Centner concentrirte Schwefelsäure angenommen, und nennt den Grad des Kali oder der Soda die Menge von Kali oder Soda, die ein Kilogramm concentrirte Schwefelsäure sättiget. Die zur Bestimmung des alkalimetrischen Grades dienliche Säure ist die vorhin gebrauchte, aus 5 Gr. conc. Schwefelsäure und so viel Wasser bestehende Mischung, als nöthig ist, um daraus 50 *C.* Centimeter oder $^1/_{20}$ Liter zu bilden. Demnach ist das Gewicht des Alkali = 5 Gr.

Bestimmung des alkalimetrischen Grades der Pottasche. Man löset 50 Gr. Pottasche in so viel Wasser auf, daſs das Volumen $^1/_2$ Liter beträgt, nimmt davon mittelst der Röhre *K* $^1/_{20}$ Liter, gieſst es in das Gefäſs *L*, und sättiget es mit der Normalsäure, wie vorhin geschehen ist. Die Percente dieser Säure, welche zur Sättigung gebraucht werden, zeigen, wie viel Kali in 100 Kilogramm der Pottasche enthalten ist. Die folgende Tafel gibt den alkalimetrischen Grad der Pottasche, welche Kali im ätzenden, kohlensauren, schwefelsauren oder salzsauren Zustande enthält, an.

Gehalt der Pottasche dem Gewichte nach.	Alkalimetrischer Grad.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	1.04	1.19	1.47	1.58	1.85
2	2.08	2,38	2.93	3.16	3.70
3	3.12	3 58	4.40	4.74	5.55
4	4.16	4.76	5.87	6.32	7.40
5	5.20	5.95	7.33	7.90	9.25
6	6.24	7.14	8.80	9.49	11.10
7	7.28	8 33	10.27	11.07	12.95
8	8.32	9 52	11.73	12.65	14.80
9	9.36	10.72	13.20	14.23	16.65
10	10.40	11.91	14.67	15.81	18.50
11	11.44	13.10	16.13	17.39	20.35
12	12.48	14.29	17.60	18.97	22.19
13	13.52	15.48	19.07	20.55	24.04
14	14.56	16.67	20.53	22.13	25.89
15	15.60	17.86	22.00	23.71	27.74
16	16.64	19.05	23.47	25.29	29.59
17	17.68	20.24	24.93	26.87	31.44
18	18.72	21.43	26.40	28 46	33.29
19	19.76	22.62	27.87	30.04	35.14
20	20.80	23.81	29.33	31.62	36.99
21	21.84	25.00	30.80	33.20	38.84
22	22.88	26.19	32.27	34.78	40.69
23	23.92	27.38	33.73	36.36	42.54
24	24.96	28.57	35.20	37.94	44.39
25	26.00	29.76	36.67	39 52	46.24
26	27.04	30 96	38.13	41.10	48.09
27	28.08	32.15	39.60	42.68	49.94
28	29.12	33.34	41.07	44.26	51.79
29	30.16	34.53	42 53	45.84	53.64
30	31.20	35.72	44.00	47.43	55.49
31	32.24	36.91	45.47	49.01	57.34
32	33.28	38.10	46.94	50.59	59.19
33	34.32	39.29	48.40	52.17	61.04
34	35.37	40.48	49.87	53.75	62.88
35	36.41	41.67	51.34	55.33	64.73
36	37.45	42.86	52.80	56.91	66.58
37	38.49	44.05	54.27	58.49	68.43
38	39.53	45.24	55.74	60.07	70.28
39	40.57	46.43	57.20	61.65	72.13
40	41.61	47.62	58.67	63.23	73.98
41	42.65	48.81	60.14	64.81	75.83
42	43.69	50.00	61.60	66.40	77.68

Gehalt der Pottasche dem Gewichte nach.	Alkalimetrischer Grad.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
43	44.73	51.20	63.07	67.98	79.53
44	45.77	52.39	64.54	69.56	81.38
45	46.81	53.58	66 00	71.14	83.23
46	47.85	54.77	67.47	72.72	85.08
47	48.89	55.96	68.94	74.30	86.93
48	49.93	57.15	70.40	75.88	88.78
49	50.97	58.34	71.87	77.46	90.63
50	52.01	59.53	73.34	79.04	92.48
51	53.05	60.72	74.80	80.62	94.33
52	54.09	61.91	76.27	82.20	96.18
53	55.13	63.10	77.74	83.79	98.03
54	56.17	64.29	79.20	85.37	99.88
55	57.21	65.48	80.67	86.95	
56	58.25	66.67	82.14	88.53	
57	59.29	67.86	83.60	90.11	
58	60.33	69.05	85.07	91.69	
59	61.37	70.25	86.54	93.27	
60	62.41	71.44	88.00	94.85	
61	63.45	72.63	89.47	96.43	
62	64.49	73.82	90.94	98.01	
63	65.53	75.01	92.40	99.59	
64	66.57	76.20	93.87		
65	67.61	77.39	95.34		
66	68.65	78.58	96.80		
67	69.69	79.77	98.27		
68	70.73	80.96	99.74		
69	71.77	82.15			
70	72.81	83.34			
71	73.85	84.53			
72	74.89	85.72			
73	75.93	86.91			
74	76.97	88.10			
75	78.01	89.29			
76	79.05	90.49			
77	80.09	91.68			
78	81.13	92.87			
79	82.17	94.06			
80	83.21	95.25			
81	84.25	96.44			
82	85.29	97.63			
83	86.33	98.82			
84	87.37	100.01			

Der Sinn dieser Tabelle ist leicht zu verstehen. Sie lehrt z. B., dafs 30 Gewichtstheile (Kilogramme) Kali in 31.20 Graden nach dem Alkalimeter, in 35.72 Kalihydrat, 44.00 Kilogr. kohlens. Kali, 47.43 Kilogr. salzsaurem, oder in 55.49 Kilogr. schwefelsaurem enthalten seyen. Mittelst der vier letzten Spalten kann man auch den Wassergehalt, den Gehalt an Kohlensäure, Salzsäure oder Schwefelsäure ausmitteln, an welche das Alkali gebunden ist, indem man von dem Gehalt nach der betreffenden Spalte den reinen Gewichtsgehalt abzieht. So z. B. enthalten 55.49 Kilogr. schwefelsaures Kali, das dem Gewichtsgehalte 30 entspricht, 55.49 — 30 = 25.49 Kilogr. Schwefelsäure. Im salzsauren Kali (Chlorkalium) ist zwar kein Kali als solches, aber so viel Kalium enthalten, als zur Bildung der angegebenen Gewichtsmenge Kali nothwendig ist.

Folgende Tabellen sind bei der Umbildung der genannten Kalisalze von Nutzen:

I.

Alkalimetrischer Grad.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	0.96	1.41	1.52	1.78
2	1.92	2.82	3.04	3.56
3	2.88	4.23	4.56	5.33
4	3.85	5.64	6.08	7.11
5	4.81	7.05	7.60	8.89
6	5.77	8.46	9.12	10.67
7	6.73	9.87	10.64	12.45
8	7.69	11.28	12.16	14.23
9	8.65	12.69	13.68	16.00
10	9.61	14.10	15.20	17.78

II.

Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	1.08	1.26	0.68	0.71
2	2.16	2.52	1.36	1.42
3	3.23	3.78	2.05	2.13
4	4.31	5.04	2.73	2.84
5	5.39	6.30	3.41	3 55
6	6.47	7.57	4.09	4 25
7	7.54	8.83	4.77	4.96
8	8.62	10.09	5.45	5.67
9	9.70	11.35	6.14	6.38
10	10.78	12.61	6.82	7.09

III.

Salzsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	0.93	1.17	0.63	0.66
2	1.86	2.34	1.26	1.32
3	2.78	3.51	1.90	1.97
4	3.71	4.68	2.53	2.63
5	4.64	5.85	3.16	3.29
6	5.57	7.02	3.80	3.95
7	6.49	8.19	4.43	4.61
8	7.42	9.36	5.06	5.26
9	8.35	10.53	5.69	5.92
10	9.28	11.70	6.33	6.58

IV.

Schwefelsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	0.79	0.85	0.54	0.56
2	1.59	1.71	1.08	1.12
3	2.38	2.56	1.62	1.69
4	3.17	3.42	2.16	2.25
5	3.97	4.27	2.70	2.81
6	4.76	5.13	3.24	3.37
7	5.55	5.98	3.78	3.94
8	6.34	6.84	4.33	4.50
9	7.14	7.69	4.87	5.06
10	7.93	8.55	5.40	5.62

2. Reagens auf kleine Quantitäten organischer Stoffe im Wasser. Von *J. Davy*.

(Edinb. ph. journ. N. 11, p. 129.)

Wenn salpetersaures Silber in reinem Wasser aufgelöset ist, so wird es durch das Sonnenlicht nicht geändert, befindet sich aber im Wasser nur die geringste Menge eines vegetabilischen oder thierischen Stoffes, so färbt sich die Lösung im Lichte. Im gewöhnlichen destillirten Wasser ist diese Färbung sehr stark. Um zu beweisen, daſs die Ursache der Färbung die gerade angegebene sey, braucht man nur die bereits durch das Sonnenlicht gefärbte Masse zu entfernen, die übrig gebliebene farblose Flüssigkeit zu decantiren, und sie wieder dem Sonnenlichte auszusetzen. So intensiv dieses auch seyn mag, so bringt es doch keine weitere Wirkung mehr hervor. Gibt man aber wieder destillirtes Wasser zu, so tritt obiges Phänomen von neuem ein. Es ist daher das salpetersaure Silber eines der besten Prüfungsmittel auf vegetabilische oder thierische im Wasser enthaltene Stoffe, nur muſs man dafür sorgen, daſs Silberchloride, welche sich vermöge der Anwesenheit salzsaurer Salze im Wasser gebildet haben, gehörig entfernt werden, bevor man die Flüssigkeit zum Behufe der Entdeckung organischer Stoffe dem Lichte aussetzt.

3. Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen. Von *Cauchoix*.

(Ann. de l'indust. fr. et étr. T. 11, p. 34.)

Bis jetzt waren die Bemühungen der practischen Optiker in Betreff des zu Fernrohrlinsen zu verwendenden Materials immer nur dahin gerichtet, das Flintglas entweder zu verbessern, oder durch einen anderen leichter zu erhaltenden Stoff zu ersetzen, und fast Nie-

mand dachte daran, für das Crownglas einen Stellvertreter aufzufinden, weil dieses immer noch leichter in grossen Stücken rein und wellenfrei zu erhalten war, als ersteres, wiewohl die Verfertigung groſser zum optischen Gebrauche vollkommen geeigneter Stücke gröſseren Schwierigkeiten unterliegt, als man gewöhnlich glaubt, indem man diese Schwierigkeiten in Vergleich mit den allerdings noch viel gröſseren, gutes Flintglas zu erhalten, gleichsam als verschwindend klein ansieht. *Cauchoix* will auch das Crownglas durch einen anderen Stoff, nämlich durch Bergkrystall, ersetzen, und verspricht sich davon nichts weniger als gröſsere *Deutlichkeit*, mehr *Lichtstärke* der Bilder, nebst dem Vortheil, den Fernröhren, bei welchen solche Linsen angewendet werden, bei gleicher Vergröſserung eine *geringere Länge* geben zu können, ohne bei allen diesen Vorzügen die Verfertigung beträchtlich zu erschweren und den Preis zu erhöhen.

Cauchoix hebt vor allem jenen Vortheil der Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen hervor, der von der geringeren Länge hervorgeht, und, um diesen den Lesern seiner Ankündigung recht begreiflich zu machen, vergleicht er die Fernröhre nach dem neuen Baue mit den *Dollond*'schen von 3 $^1/_2$ Z. Durchmesser und 42 Z. Brennweite. Bei diesen, sagt er, bilden die Tangenten, welche zu den Randkrümmungen der zwei Bestandtheile der achromatischen Objectivlinse gehören, die Winkel 12° 21′ 5″ und 8° 40′ 22″. Daraus folgert er, daſs man durch Anwendung des *Guinand*'schen Glases statt des englischen Flintglases die Brennweite von 42 Z. auf 36 reduciren könne, und daher im Stande sey, dadurch entweder die Fernröhre kürzer zu machen, oder, falls man ihnen die bisherige Länge läſst, ihnen mehr Deutlichkeit zu geben. Ersetzt man gar, unter Beibehaltung des englischen

oder eines ähnlichen gleich guten Flintglases, das Crownglas durch Bergkrystall, so läfst sich die Brennweite auf 28 1/4 Z. herabsetzen, endlich aber gar auf 25 Z., wenn man eine Bergkrystall-Linse mit einer aus *Guinand*'schem Flintglase verbindet, und dabei können sie den von *Dollond* gewählten Durchmesser von 3 1/2 Z. behalten. Bei terrestrischen Fernröhren müfste diese Verkürzung noch bedeutender ausfallen. Endlich findet *Cauchoix* selbst in der gröfseren Dauerhaftigkeit des Bergkrystalls im Vergleiche mit Crownglas einen neuen Grund zur Empfehlung seiner sogenannten Erfindung.

Die Richtigkeit aller Behauptungen *Cauchoix's*, welche sich darauf beziehen, dafs man durch Verwechslung des Crownglases mit Bergkrystall Fernröhre bei gleicher Öffnung kürzer machen kann, wird wohl Niemand bestreiten wollen, auch wird man den daraus hervorgehenden Vortheil nicht verkennen. Die gröfsere Dauer der Bergkrystall-Linsen ist von viel geringerem Belange, da man doch Fernröhre nicht wie Stöcke braucht, und durch einen etwaigen Fall eine Bergkrystall-Linse eben sowohl Schaden leiden dürfte, wie eine Linse aus Crownglas. Aber ein anderer Punct bleibt übrig, dessen Erörterung durch einen Künstler von *Cauchoix's* Range gewifs jedem Freunde der Optik interessant gewesen wäre, den er aber kaum mit ein paar Worten berührt, nämlich: ob Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen auch den Grad der *Deutlichkeit* besitzen, welchen man mit Crownglas erreichen kann. Krystalle sind in der Regel nicht an allen Stellen gleich dicht, und der mindeste Unterschied in der Dichte, den man durch kein mechanisches Mittel mehr zu entdecken im Stande ist, äufsert sich durch die Ungleichheit der Wirkung auf das Licht, die der Deutlichkeit der Bilder starken Abbruch thut. Es ist wohl auch eine Crownglasmasse

nicht allenthalben gleich dicht, und besitzt demnach nicht an allen Stellen einerlei Brechungsvermögen; allein wenn einem grofse Stücke zu Gebote stehen, so hält es nicht so gar schwer, einen Theil desselben, besonders im Innern der ganzen Masse, zu finden, von einer Gröfse, wie man ihn zu Linsen braucht, der durchaus gleichförmig dicht ist. Bei Bergkrystall, bei welchem grofse und reine Stücke immer zu den Seltenheiten gehören, dürfte es schwer seyn, Massen von solcher Ausdehnung zu finden, dafs man in der Wahl der Stücke etwas wählig seyn könnte. Endlich besitzt der Bergkrystall bekanntlich das Vermögen, das Licht doppelt zu brechen, und eine Linse aus diesem Stoffe kann daher durchaus nicht unter allen Umständen ein einziges, abweichungsfreies Bild geben, selbst wenn man dafür Sorge trägt, dafs ihre Axe mit der Axe der doppelten Brechung parallel läuft, oder darauf senkrecht steht. Fernröhre zum astronomischen Gebrauche, und um diese handelt es sich ja vorzüglich bei jeder Verbesserung, werden aber durch diesen Umstand gewifs stark leiden.

Was die Reinheit des Bergkrystalls anbelangt, die *Cauchoix* auch heraushebt, so ist sie wohl nicht so grofs, als er zu glauben scheint. Nur kleine Krystalle sind völlig rein, gröfsere hingegen enthalten meistens Höhlungen, Streifen etc., und stehen selbst in dieser Hinsicht dem sorgfältig bereiteten Crownglase nach. Demnach scheint es etwas gewagt, den sanguinischen Hoffnungen *Cauchoix's* unbedingt Glauben beizumessen, sondern rathsam, den Erfolg, welcher sich aus der wirklichen Anwendung von Bergkrystall-Linsen zu *gröfseren* Fernröhren ergibt, abzuwarten.

VI.

Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Optik.

1. Versuche über die Wirkung der Wärme auf das Brechungs- und Zerstreuungsvermögen der Flüssigkeiten. Von *P. Barlow.*

(*Phil. transact.* 1828. *P. II., p.* 313.)

Barlow hat in der neueren Zeit die Aufmerksamkeit der Physiker wieder auf die achromatischen Linsen, wo das Flintglas durch eine Flüssigkeit, und namentlich durch Schwefelalkohol (Schwefelkohlenstoff) ersetzt ist, geleitet, und wirklich Instrumente ausgeführt, welche ungemein viel leisten. Er brachte ein Fernrohr mit einem 6zölligen Objective zu Stande, welches bei einer 300maligen Vergröſserung die Doppelsterne Castor und *γ Leonis*, *ω Aurigae*, *ζ Orionis* etc. gut begrenzt zeigte, und bei 150maliger Vergröſserung den Doppelring des Saturn recht deutlich, die Streifen und Trabanten des Jupiters erträglich scharf darstellte. Die gröſseren Leistungen dieser Fernröhre vor den früher mit flüssigen Objectiven zu Stande gebrachten rühren vorzüglich von einer besonderen Anordnung der flüssigen Linse gegen die Glaslinse, mit der sie die achromatische Doppellinse gibt, her. Früher hat man nämlich immer die beiden Linsen mit einander in Berührung gebracht, oder sie doch einander so nahe gestellt, daſs ihre Entfernung als verschwindend klein angesehen werden konnte; *Barlow* hingegen hat die mit der Flüssigkeit gefüllte Linse so weit von der gläsernen Convexlinse entfernt, daſs ihr Abstand nahe der halben Brennweite der letzteren gleich kam. Da konnte er der flüssigen Linse eine klei-

nere Öffnung geben, und den Hauptfehler flüssiger Objective bedeutend vermindern, welcher darin besteht, dafs die Flüssigkeit in verschiedenen Horizontalschichten eine verschiedene Temperatur und Dichte annimmt, und daher nicht an allen Stellen gleich auf das Licht wirkt. Die Möglichkeit dieses Auseinanderrückens der zwei Linsen ward durch das ungemein grofse Zerstreuungsvermögen des Schwefelalkohols begründet, das nahe vier Mal gröfser als jenes des englischen Flintglases ist (indem es sich nach *Barlow* zu dem des Tafelglases nach Verschiedenheit des letzteren wie 1 : 299, oder wie 1 : 334 verhält).

Mit einem solchen Fernrohr versuchte *Barlow* die Wirkung der Wärme auf den Schwefelalkohol auszumitteln. Er richtete zu diesem Behufe die Glaslinse so ein, dafs er sie der flüssigen Linse nähern konnte, brachte das Fernrohr in ein kleines Gemach, dessen Temperatur er erhöhen konnte, richtete es auf das Zifferblatt einer 150 F. davon entfernten Uhr, und adjustirte es bei 40° F. zum deutlichen Sehen. Hierauf wurde das Gemach stufenweise bis 75° F. erwärmt, und für jede Änderung der Temperatur von 5° die Adjustirung neuerdings durch Änderung der Entfernung der zwei Theile der Objectivlinse von einander vorgenommen. Die Erfahrung lehrte, dafs die Länge des Fernrohres bei einer Temperaturänderung von 40° F. auf 75° F. um 0.134 Z. geändert werden mufste. Nun berechnete *Barlow* die Focallänge einer gewöhnlichen Linse von gleicher Kraft mit der in seinem Fernrohre, und fand diese Gröfse bei 31° gleich 73.34 Z., bei 84° aber 72.28. Die Brennweite der mit Flüssigkeit gefüllten Linse ergab sich von folgender Gröfse: bei 31° F. = 32.222,

» 57° » = 32.650,

» 84° » = 33.090;

die Farbenzerstreuung hingegen

bei 31° F. = 0.3067,
» 57° » = 0.3075,
» 84° » = 0.3084.

Es beträgt zwar die Änderung im Brechungsvermögen der Flüssigkeit an und für sich nicht so wenig, aber diese Änderung übt auf die Leistung des Fernrohrs wegen der besonderen Einrichtung desselben einen sehr geringen Einfluſs aus. Da sich nämlich bei übrigens gleichen Umständen die Focallängen verkehrt wie die Exponenten der Brechungsverhältnisse verhalten, und dieser Exponent bei 57° gleich 0.634 ist, so findet man mittelst obiger Gröſsen diesen Exponenten

für 31° F. = 0.642,
» 57° » = 0,634,
» 84° » = 0.625,

mithin ändert sich der Brechungsexponent für eine Temperaturänderung von 84° — 31° = 53° F. um $\frac{0.017}{0.634} = \frac{1}{57}$ seiner Gröſse bei 57° F.; mithin, wenn man annimmt, er ändere sich der Temperatur proportionirt, für die Temperaturänderung von 212 — 32 = 180° F. nahe um $^1/_{10}$.

Die Änderung der Farbenzerstreuung, die sich aus dem vorhin erwähnten Versuche ergab, erscheint nur sehr gering, und *Barlow* meint, sie sey gar bei allen Temperaturen von derselben Gröſse. Denn heiſst das Brechungsverhältniſs der äuſsersten und mittleren Strahlen $1 : 1 + a$, $1 : 1 + a'$, $1 : 1 + a''$, so ist das Zerstreuungsvermögen gleich $\frac{a - a''}{a'}$. Da sich nun a' für den Schwefelalkohol der Dichte proportionirt ändert, so kann man wohl annehmen, es finde dasselbe auch für a und a'' Statt, und es sey demnach das Zerstreuungsvermö-

gen von der Temperatur unabhängig. *Barlow* meint aber doch, es seyen zur völligen Entscheidung dieses Gegenstandes noch nähere Untersuchungen nothwendig, wiewohl der Erfolg der Prüfung seines Fernrohrs obiger Behauptung günstig ist, indem sich im Fernrohre bei der Änderung der Temperatur keine Färbung der Gegenstände wahrnehmen liefs. Wenn man aber bedenkt, dafs nach den, wie es scheint, sehr genauen, von *Arago* und *Petit* schon im Jahre 1816 angestellten Versuchen das Zerstreuungsvermögen des Schwefelalkohols mit der Dichte desselben abnimmt, jedoch in einem gröfseren Verhältnisse als die Dichte sich ändert, so wird man wohl wünschen müssen, *Barlow* möge seinen Vorsatz, die Sache noch genauer zu untersuchen, nicht aufgeben.

2. Theorie der von *Fraunhofer* beobachteten Farbenerscheinungen. Von *Th. Young.*

(Ann. de Chim. T. 40, p. 178.)

Die von *Fraunhofer* beobachteten Farbenphänomene sind so interessant, und für die Theorie des Lichtes so wichtig, dafs jeder Beitrag zur Erklärung derselben Beachtung verdient, besonders wenn er von einem Manne herrührt, dessen Verdienste so ausgezeichnet grofs sind, wie die *Young's*. Darum soll hier das, was dieser Gelehrte sagt, möglichst genau und meistens wörtlich mitgetheilt werden:

»Es ist schon eine geraume Zeit, dafs *Brewster*, wenn ich nicht irre, als er von den Farben der Perlmutter sprach, die Bemerkung machte, dafs sich die in diesem Falle durch vielfache Beugung entstandenen Farben mehr dem durch Brechung des Sonnenlichtes entstandenen Spectrum nähern, als die abwechselnden Farben der gewöhnlichen Beugung, oder die der *Newton*'schen Far-

benringe. Doch verdanken wir hierüber *Fraunhofer* die sorgfältigsten Versuche.

Das Princip, woraus ich mir dieses Phänomen erkläre, besteht nun in Folgendem:

Wenn eine Folge paralleler Linien vorhanden ist, deren je zwei und zwei die gewöhnlichen Beugungsfarben geben, so mufs die Vereinigung einer grofsen Anzahl solcher Linien die Wirkung haben, die Breite der durch das homogene Licht erzeugten Farbenstreifen sehr zu vermindern, so dafs nach dem leuchtenden Centralstreifen, d. h. an der Stelle des zweiten schmalen durch die zwei von einander am meisten entfernten Linien gebildeten Lichtstreifens, vollkommene Dunkelheit herrscht, und auf diese dunkle Stelle folgen nun schwache Lichtstreifen, die immer schwächer werden bis zur Mitte der Entfernung des zweiten lichten Hauptstreifens, welcher durch je zwei einander nahe Linien gebildet ist.

Es gibt zwei Methoden, nach denen man die Eigenschaften einer Vereinigung mehrerer Schwingungen berechnen kann; die eine besteht darin, dafs man sich darauf beschränkt, für einen gegebenen Augenblick die Summe der Bewegungen zu finden, die einem Theilchen eigen sind, und das Maximum und Minimum für jeden Augenblick zu berechnen. Die andere geht darauf aus, für jedes Zusammentreffen der Bewegung die Eigenschaften der daraus resultirenden Undulation zu bestimmen. Der letzteren hat sich *Fresnel* bedient. Sie ist vielleicht allgemeiner und eleganter als die erstere, aber diese ist einfacher, und läfst sich ohne Schwierigkeit mittelst der allgemeinen Grundsätze der veränderlichen Gröfsen auf die Zeit des Maximum und Minimum anwenden.

Gesetzt, man habe 100 parallele beugende Linien, deren eine von der anderen um $^1/_{5000}$ Z. absteht, und

alle sowohl von der Lichtquelle als von der Tafel oder der Linse, mit der man die Bilder auffängt, gleichweit entfernt sind; man betrachte nur homogenes grünes Licht, dem eine Wellenlänge von ungefähr $^1/_{50000}$ Z. entspricht. Aus meinen im Jahre 1801 bekannt gemachten Versuchen *) geht hervor, daſs jedes Paar dieser Linien Lichtstreifen hervorbringt in einer Winkelentfernung von der Mitte, deren Sinusse durch die Zahlen $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ . . bis $^{10}/_{10}$ ausgedrückt werden. Die Linien, welche mir damals zu Gebote standen, hatten keine gleiche Entfernung von einander, und ich konnte daher nicht jene merkwürdigen Bemerkungen machen, die sich aus *Fraunhofer's* Versuchen ausgeben, und die man aus *Barton's* irisirenden Knöpfen entnehmen kann, nämlich, daſs jede Farbe fast eben so gut begrenzt ist, wie in dem durch Brechung entstandenen Farbenbilde, statt daſs man mit einem einzigen Paare solcher Linien, so wie mit einem dünnen Faden nur zerstreutes und gemengtes Licht wie bei *Newton's* Farbenringen wahrnimmt.

In der That unterstützen sich nur an den Stellen, welche der Mitte der gewöhnlichen breitesten Lichtstreifen entsprechen, alle hundert Systeme über einander gelagerter Undulationen; an diesen Stellen sind alle Elementarschwingungen vollkommen gleichzeitig, und folgen sich mit Zwischenräumen einer ganzen Oscillation; denn es ist klar, daſs am zweiten Lichtstreifen, wo die Schwingungen des zweiten Systemes im Verhältniſs zu denen des ersten eine Schwingung verloren haben, die Schwingungen des dritten Systemes deren zwei eingebüſst haben, indem die dritte Linie von der ersten zwei Mal so weit absteht als die zweite, und die Schwingungen der 101sten Linie haben 10 Schwingungen verloren.

---

*) Siehe *Gilbert's* Aunalen, Bd. 39.

Eben so ist die Differenz der Wege im dritten Lichtstreifen noch ein Mal so grofs, aber die Wirkung ist überall dieselbe, und jeder Streifen enthält die vereinte Kraft von allen 100 Beugungsmittelpuncten, während in einer kleinen Entfernung von der Mitte, und da, wo das von den entferntesten Puncten hin gelangende Licht nur vermöge der Differenz der Wege eine Oscillation eingebüfst hat, die Oscillationen zusammentreffen, die in fast gleichen Abständen durch den ganzen Umfang eines Kreises, der ihnen entspricht, sich befinden, und die respectiven Geschwindigkeiten, die den positiven oder negativen Cosinussen der Kreisbogen proportionirt sind, sich gegenseitig aufheben und als Summe Null geben. Diese Distanz ist der hunderste Theil eines Zehntels des Radius, oder $^1/_{1000}$ der ganzen Entfernung des Schirmes. Beträgt daher diese Distanz 100 Zoll, so ist der ganze Lichtstreifen von jeder Seite $^1/_{10}$ Z., mithin im Ganzen $^1/_5$ Z. breit, den durch das geschwächte Licht unvollkommen beleuchteten Raum mit einbegriffen; der für uns bemerkbare Streifen hat vielleicht eine noch geringere Breite.

Es ist unmöglich, die Lichtstärke verschiedener Puncte auf dem Schirme zu berechnen, ohne das Gesetz zu kennen, nach welchem sich die ursprünglichen Impulsionen nach allen Richtungen fortpflanzen; man kann aber annehmen, die elementaren Anregungen erfolgen nach allen Richtungen auf gleiche Weise, wie dieses *Huyghens* thut, oder doch in der der geraden nahe liegenden Richtung, wie *Fresnel* voraussetzt; auch ist es bequem, anzunehmen, dafs diese das Gesetz der Sinusse oder Cosinusse befolgen, als dasjenige, welches für die meisten in der Natur vorkommenden kleinen Oscillationen gültig zu seyn scheint. Heifst nun x die Entfernung eines Punctes am Schirme von der Mitte des

nächsten leuchtenden Streifens, und wird angenommen, daſs x für den Abstand zweier Streifen gleich 360° wird, so kann man die Geschwindigkeiten der Oscillationen, die sich in einem Augenblicke vereinigen, durch die Summe einer Reihe von Cosinussen ausdrücken, die im Allgemeinen dem Bogen $n\,x$ entsprechen, und wo die Differenz der Glieder x ist, wie z. B. durch

$$\cos.\,0 + \cos.\,x + \cos.\,2\,x + \ldots \cos.\,n\,x$$

für jenen Augenblick, wo die Geschwindigkeit der ersten Oscillation ihr Maximum erreicht hat. Es ist aber klar, daſs die ganze Summe ein Maximum seyn wird, wenn es das mittlere Glied ist, und man sieht auch leicht ein, daſs man für eine groſse Anzahl von Abtheilungsgliedern die Summe der Reihe finden kann, wenn man jedes Glied durch den kleinen Raum vorstellt, der durch Abtheilung einer die Sinusse vorstellenden Gestalt gegeben ist, und daſs man daher als Summe von

$$\cos.\,0 + \cos.\,x + \cos.\,2\,x \ldots \cos.\,n\,x$$

nahe erhält $n\,.\,\frac{\sin.\,n\,x}{n\,x} = \frac{\sin.\,x}{x}$: eine Gröſse, deren Differenzial verschwindet, wenn $n\,x = \text{tang.}\,n\,x$ ist. Um die Maxima der Beleuchtung zu finden, müſste man die Werthe für $\frac{n}{2}$ und für positive und negative x nehmen.

Für die zwei ersten Maxima, die auf den mittleren Streifen folgen, sind die Winkelabstände

$$256^\circ\,27' = 4.4936 \quad \text{und} \quad 442^\circ\,37' = 7.725,$$

wo dann die dritten dazwischen liegenden Linien den Werthen 180° und 360° derselben Scale entsprechen. Als Ausdruck der Lichtstärke erhält man $\frac{1}{21.18}$ und $\frac{1}{60.7}$, wenn man die Quadrate der Geschwindigkeiten mit der ganzen in der Mitte herrschenden Geschwindigkeit vergleicht.

Diese Rechnung wird um so schärfer, je näher die beugenden Linien einander stehen, und je gröfser ihre Anzahl ist; der Ausdruck $\frac{\sin. n\,x}{x}$ stellt immer eine endliche Geschwindigkeit vor, wenn auch n unendlich wird, welches der Fall ist, wenn das Licht immer durch eine sehr schmale Öffnung in ein verfinstertes Zimmer eindringt. Ist aber der Lichtbüschel breit, so dafs seine verschiedenen Theile im Vergleich mit dem die Mitte des Schirmes treffenden verschiedene Wege zurücklegen, dann gehört die Aufgabe zu denen, welche *Fresnel* so glücklich aufgelöset hat.

3. Über Beugungsfarben. Von *Babinet.*

(Ebendaselbst, p. 166.)

Babinet hat der philomatischen Gesellschaft am 8. December 1827 einen Aufsatz vorgelesen, worin er von den Farbenerscheinungen spricht, welche man erhält, wenn man das von einer hohen und schmalen Öffnung kommende Licht durch ein aus parallelen, gleich weit von einander abstehenden Fäden bestehendes Gitter leitet, und die zuerst von *Fraunhofer* mit so grofser Schärfe gemessen wurden. Das, was über diesen Gegenstand deutschen Lesern neu seyn kann, folgt hier in Kürze: *Fraunhofer* hat, wie bekannt, den Winkelabstand der einzelnen Farbenbilder von der Mitte des weifsen, ungebeugten Strahls mittelst eines repetirenden Theodoliths bestimmt, und es ist wohl zu zweifeln, dafs man auf irgend einem anderen Wege ein schärferes Resultat erhalten wird; indefs gibt *Babinet* doch ein anderes Mittel zu demselben Zwecke an, das Genauigkeit mit Einfachheit verbindet. Es seyen B und N (Fig. 11) zwei schmale Öffnungen, deren gegenseitige Entfernung sehr genau bekannt ist, und deren jede links und rechts eine

Reihe Farbenbilder erzeugt, wenn man das durch sie in das verfinsterte Zimmer gelangende Licht durch ein Gitter von der oben genannten Art gehen läſst. Man kann es durch Abändern des Abstandes des Gitters von diesen Öffnungen leicht dahin bringen, daſs ein rechts gelegenes Bild, das zur Öffnung B gehört, auf das gleichartige, links liegende, von der Öffnung N herrührende fällt. In diesem Falle gibt die Distanz des Gitters von den Öffnungen verbunden mit der Entfernung der Gitter von einander den doppelten Ablenkungswinkel der Strahlen, welche die betreffenden Spectra bilden.

Die im vorhergehenden Aufsatze besprochene Dunkelheit zwischen dem ungebeugten Strahl und dem ersten Spectrum, so wie die Abhängigkeit der Spectra von der Summe der Breite einer Öffnung und der Dicke eines Fadens erklärt *Babinet* auf folgende Weise: Es seyen FB, QA, KB, RN (Fig. 12) die Drähte, welche das Gitter bilden, und HL, PQ, AK, BR die Öffnung desselben. Es sey ferner das Intervall AB so beschaffen, daſs für ein in C befindliches Auge die von A und B kommenden Strahlen um eine ganze Oscillation differiren, die Strahlen SC, SA, SB etc. fallen senkrecht auf das Gitter, und kommen von einem sehr weit entfernten Puncte her; ferner sind AC und BC nahe mit einander parallel, indem AB nur eine sehr kleine Gröſse, und C hinlänglich weit von dem Gitter entfernt ist. Man kann daher den Bogen AG, der von C aus mit dem Radius CA beschrieben ist, als gemeinschaftliches Loth für AC und BC ansehen, und $BG = BC - AC = \lambda$ als Differenz der Wege der Strahlen SAC und SBC ansehen. Ist AB durchaus für das Licht durchgängig, und man zieht durch den Halbirungspunct I von AB den Strahl SIC, so wird diese gegen AC um $\frac{1}{2}\lambda$ oder um eine halbe Oscillation hinter AC zurück seyn, und alle Strahlen,

welche zwischen *A* und *I* auffallen, werden durch die zwischen *I* und *B* kommenden aufgehoben werden, indem ihre Schwingungen da, wo sie sich begegnen, einander gerade entgegengesetzt sind. Es wird daher der Theil *AB* vollkommen lichtlos erscheinen. Ist aber der Theil *KB* undurchsichtig und $IL = IK$, so werden die Strahlen, welche durch den Zwischenraum *AK* gehen, nicht mehr aufgehoben, weil jene, durch welche dieses geschehen könnte, durch den Schirm *IB* aufgehalten werden. Diese Strahlen gelangen nach *C*, und man bemerkt daselbst einen desto lebhafteren Eindruck, je näher *AK* dem *AI* oder $\frac{1}{2} AB$ gleich ist. Über *I* hinaus darf man *AK* nicht vergröſsern, und nicht etwa *AL* zum transparenten, und *LB* zum opaken Theil machen, weil in diesem Falle ein Theil der Strahlen durch die zwischen *I* und *L* einfallenden aufgehoben würde.

Was *Babinet* über die Berechnung des Ablenkungswinkels der gebeugten Strahlen sagt, kennen die Leser dieser Zeitschrift aus einem viel allgemeineren Gesichtspuncte (Bd. III. S. 443).

4. Über Licht und Schatten. Von *Reade.*

(Phil. mag. Feb 1829, p. 109.)

Reade theilt folgende Versuche über Licht und Schatten mit, die in seinen Augen wichtige Beziehungen auf unsere herrschenden Ansichten über die Natur des Lichtes haben:

1. Auf einem Tische, der gegen 10 Fuſs von einem wohl beleuchteten Fenster entfernt war, wurde eine brennende Kerze mittelst eines hohen Leuchters aufgestellt, und ein weiſses Blatt Papier in eine mit dem Tische parallele und zur Kerze senkrechte Lage zwischen dem Fenster und der Kerze angebracht, und endlich mittelst einer Papierrolle ein Schatten erzeugt. Befand sich

das Papier der Kerzenflamme möglichst nahe, und wurde auch die Schatten werfende Rolle dem Papier möglichst nahe gebracht, so erschien darauf ein doppelter Schatten. Einer davon, welcher der Kerze zunächst erschien, war lichtorange, der andere lichtblau. Wurde die Schatten werfende Rolle gegen das Fenster gehalten, so wurde der vorhin orange Schatte ganz schwarz, wurde hingegen die Rolle gegen die Kerze gehalten, und dadurch das Sonnenlicht aufgefangen, so schwärzte sich eben so der vorhin blaue Schatten. Es wurde demnach ohne Brechung Orange und Blau in Schwarz verwandelt, und umgekehrt.

2. Wurde das Papier hinter der Kerze angebracht, so war der Schatten, welchen das Kerzenlicht beleuchtete, orange, und jener, den das Sonnenlicht beschien, blau. Wurden beide dahin gebracht, daſs sie sich deckten, so erschien ein grüner Schatten. Den orangen Schatten konnte man auch gelb oder braun machen, man durfte ihn nur der Kerzenflamme nähern; eben so war man im Stande, den blauen Schatten in einen violetten oder indigoblauen zu verwandeln, indem man das Papier gehörig von der Flamme entfernte. Demnach kommen da alle Farben des Spectrums vor, mit Ausnahme der rothen, dafür erscheint eine in diesem Spectrum nicht vorhandene, die braune.

3. Der den Schatten werfende Körper wurde auf ein Blatt weiſses Papier gestellt, welches einer von starkem reflectirten Sonnenlichte beschienenen Wand des Zimmers gegenüber befindlich war. Es erschienen zwei Schatten, ein gelber und ein purpurrother. Eine nahe an letzten gehaltene Kerzenflamme verwandelte ihn in roth, und erzeugte einen dritten Schatten von blauer Farbe. Um dieses Roth in Schwarz zu verwandeln, stellte sich der Beobachter zwischen das Papier und ein

Seitenfenster, um das Wolkenlicht abzuhalten, und um dem reflectirten Sonnenlichte den Zutritt zu gestatten, und als das Roth in Schwarz übergegangen war, wurde die Kerze entfernt.

Da nun hier ohne Brechung Schwarz in alle Farben des prismatischen Spectrums verwandelt worden ist, so glaubt der Verfasser annehmen zu müssen, Schwarz sey eben so gut eine besondere, dem Lichte angehörige Farbe, als Blau, Roth etc.

* * *

Alle diese Farbenerscheinungen gehören in die Reihe der subjectiven Farbenphänomene, und haben bei weitem nicht die grofse Wichtigkeit, die ihnen *Reade* beizulegen scheint. Sie lassen sich aus den allgemeinen Grundsätzen, nach welchen man farbige Schatten überhaupt erklärt, ohne Schwierigkeit ableiten.

Beim ersten Versuche wurde der Raum, in welchen das durch das Fenster eindringende Tageslicht nicht gelangen konnte, von dem gelben Kerzenlichte, und der vom Kerzenlichte unerreichbare Raum durch das blaue Himmelslicht beleuchtet, darum erschien letzterer Schatten blau, und ersterer mit der complementären Farbe gelb. Entfernte man den Schatten werfenden Körper von der Kerze, so konnte die durch die Kerzenflamme dem Schattenraume zu Theil werdende Erleuchtung in keine Betrachtung mehr kommen, und darum erschien dieser Schatten schwarz. Dasselbe erfolgte mit dem anderen Schatten, wenn man die Erleuchtung durch das Tageslicht durch die Helle der Kerzenflamme überwältigen liefs, welches durch die grofse Annäherung der Kerze an den Schattenraum erzielt wurde.

Auf dieselbe Weise erklären sich die farbigen Schatten beim zweiten und dritten Versuche, wo nämlich beide Schatten auf derselben Seite des undurchsichtigen Kör-

pers erscheinen; auch der Umstand, daſs durch Deckung beider farbiger Schatten Grün erzeugt wurde, wird den aufmerksamen Leser nicht befremden, denn es war ja jeder der zwei Schatten durch ein farbiges Licht erleuchtet, nämlich der eine durch das blaue Licht des Firmamentes, der andere durch das gelbe der Kerze, und daſs aus Blau und Gelb Grün wird, ist eine allenthalben bekannte Erscheinung.

5. Mittel, die Divergenz der zwei Strahlenbüschel im Doppelspath zu vergröſsern. Von *Nicol.*

(Edinb. phil. journ. N. 11, p. 83.)

Man schleife die spitzigen Kantenwinkel eines 1 Z. langen, $^{3}/_{10}$ Z. dicken und eben so breiten Kalkspathrhomboëders so zu, daſs jener, der 65° betrug, nun die Gröſse 68° hat, und polire die neuen Flächen, theile dann das Rhomboëder in zwei gleiche Theile durch einen Schnitt, welcher durch die spitzigen Kanten geht, und nahe die stumpfen Körperwinkel trifft, verbinde beide Theile mittelst Canadabalsam fest mit einander, so, daſs man dadurch ein Rhomboëder erhält, welches der natürlichen Gestalt des Doppelspathes ähnlich ist.

Fällt ein Lichtstrahl parallel mit einer Seitenkante auf das Rhomboëder, so wird er so stark in zwei Theile gespalten, daſs man nur den gewöhnlichen Strahl ins Auge, und ein farbenloses Bild bekommt, welches an seinem natürlichen Orte entsteht. Dreht man das Rhomboëder um eine mit der längeren Diagonale der Seitenflächen parallele Axe, so überzeugt man sich, daſs der gewöhnliche Strahl sogar über die Gröſse des ganzen Gesichtsfeldes hinausreicht. Da kommt ein blaues Bild zum Vorschein, wenn der gewöhnliche Strahl auf einer

Seite verschwindet, und ein oranges, von einer großen Anzahl sehr kleiner dunkelfarbiger Franzen begleitetes, wenn dieses auf der anderen Seite der Fall ist. Über die Franzen hinaus verschwindet das gewöhnliche Bild, und es kommt das ungewöhnliche zum Vorschein; doch dieses nimmt wegen der Schiefe des einfallenden Lichtes einen kleineren Raum ein, und erscheint minder deutlich als das gewöhnliche. Der gewöhnliche Strahl taugt in der Lage, wo er in einer mit einer Seitenkante parallelen Richtung das Rhomboëder verläßt, am besten zu Untersuchungen über denselben, und ein reiner Kalkspath, in die Form eines Rhomboëders von der vorhin beschriebenen Art gebracht, bringt die Farbenringe in krystallisirten Körpern mit einer Schönheit hervor, wie man sie durch Turmalinplättchen, und vielleicht durch kein anderes Mittel erzeugen kann.

Wem die Construction des oben beschriebenen Rhomboëders aus einem Stücke zu schwierig scheint, der kann sich das Geschäft dadurch erleichtern, daß er aus zwei Rhomboëdern die zwei Hälften desselben bereitet, und sie mit einander verbindet. Dabei thut man gut, einen der zwei Theile etwas über den anderen vorläufig hervorstehen zu lassen, und dieses hervorstehende Stück erst dann wegzunehmen, wenn der Kitt vollkommen fest geworden ist.

6. Merkwürdige Fälle von Unempfindlichkeit der Augen für gewisse Farben.

(Journ. of sc. N. 19, p. 153.)

Ein junger Mann *(L.)* von etwa 20 Jahren, der Sohn eines ausgezeichneten Gelehrten in der Nähe von Edinburg, setzt eine große Menge von verschiedenen Farben in die Classe der blauen, und andere in die der braunen. Als blau von verschiedenen Abstufungen er-

schienen ihm: grün, blaſsblau, purpurroth, carminroth, blaſsnelkenroth, pfirsichblüthenroth, fliederroth, französisch weiſs. Als braun erschienen ihm: dunkelgrün, duckgrün, kochenillroth, ziegelroth, kastanienbraun. Von der Richtigkeit dieses überzeugte sich Dr. *Brewster* schon vor mehreren Jahren. Noch merkwürdiger aber sind folgende Erscheinungen: Es wurde mit einem gleichseitigen Flintglasprisma, welches durch eine schwache hohe Öffnung Licht erhielt, ein Farbenbild erzeugt, und man gewahrte darin wie in *Wollaston's* Spectrum vier Farben, nämlich roth, grün, blau und violett. *L.* fand darin aber nur zwei Farben, nämlich gelb und blau.

Wenn man alle diese Farben, bis auf roth und dunkelgrün, von einem röthlichen Glas absorbiren lieſs, sah *L.* nur eine Farbe, nämlich gelb.

Wenn der mittlere Theil der rothen Farbe absorbirt war, sah *L.* den dunkeln Raum von Gelb eingefaſst.

Ein anderes Individuum *M.* befand sich in einem ähnlichen Falle, nur kam einiges Besondere vor, das Aufmerksamkeit verdient. Sein Vermögen, Farben zu unterscheiden, wurde dadurch auf die Probe gestellt, daſs man polarisirtes Licht durch ein Glimmerplättchen leitete, und die dabei entstehenden Farben von ihm beurtheilen lieſs. Dabei zeigte sich Folgendes:

Farbe für ein gesundes Auge:	Farbe für *M's* Auge:
Lichtgrün.	Keine Farbe.
Schmutzig weiſs.	Dunkler, aber farbenlos.
Lichtnelkenroth.	Sehr blaſsblau.
Weiſs.	Gelb.
Schön grasgrün.	Gelb, aber mehr gesättiget.
Schwach grünlichblau.	Blau.
Purpurroth, sehr blaſs.	Blau.
Schön nelkenroth.	Gelb mit vielem Blau.

Farbe für ein gesundes Auge:	Farbe für *M's* Auge:
Schön gelb.	Gelb.
Gelblichgrün.	Gelb mit vielem Blau.
Blau, ins Indigoblaue übergehend.	Blau.
Roth, oder sehr blafs nelkenroth.	Gelb.
Gelb.	Lichtgelb.
Weifs.	Wenig gefärbt.
Dunkelpurpurroth.	Dunkelblau.
Schlecht orangeroth.	Gelb.
Weifs.	Weifs.
Sehr dunkelpurpurroth.	Dunkel.

Folgende Farben der ersten Spalte sind die complementären zu jenen, welche in der ersten Spalte vorangingen:

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blafs nelkenroth.	Keine Farbe.
Dieselbe.	Keine Farbe, aber dunkler.
Schön grün, ins Blaue übergehend.	Sehr schwach blafsblau.
Weifs.	Blau.
Carminroth.	Blau.
Blafs ziegelroth.	Gelb.
Schön grün.	Blau mit viel Gelb.
Purpurroth.	Schön blau.
Schön carminroth.	Blau mit viel Gelb.
Gelb, ins Orange übergehend.	Hellgelb.
Grünlichblau, fast wie Weifs	Blau.
Blau, voll.	Schön blau.
Feuergelb.	Gelb.
Weifs.	Weifs, mit einem Stich ins Gelbe und Blaue.

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Weiſs.	Weiſs mit Blau und Gelb.
Schmutzig olivengrün.	Dunkel.
Weiſs.	Weiſs.

Bei der Fortsetzung dieser Versuche wurde nicht mehr die Farbe dem *M.* zur Beurtheilung vorgelegt, sondern der Apparat von ihm so gestellt, daſs nach seiner Empfindung eine bestimmte Farbe hervorging. Da zeigte sich Folgendes:

Farbe für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blaſs nelkenroth.	Gelb.
Blaugrün.	Blau.
Gelb.	Gelb.
Weiſs.	Blau.
Blaſs ziegelroth.	Gelb.
Indigoblau.	Blau.
Gelb.	Gelb.

Die complementären zu jenen der ersten vorangehenden Spalte sind jene, welche hier in der ersten Spalte folgen:

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blaugrün.	Blau.
Blaſs nelkenroth.	Gelb.
Blau.	Blau.
Feuergelb.	Gelb.
Weiſs.	Blau.
Blaſsgelb.	Gelb.
Indigoblau.	Blau.

Aus diesem Verzeichnisse scheint zu folgen, daſs *M's* Auge bloſs für die Empfindung der blauen und gelben Farbe empfänglich sey, und daſs er mit diesen zwei Namen alle mehr oder weniger brechbaren Strahlen be-

zeichnet, so daſs alle Strahlen von dem geringeren Grade der Brechbarkeit in ihm die Empfindung von Gelb, alle von höherem Grade der Brechbarkeit die Empfindung von Blau erregen. Es soll auch Individuen geben, welche die für das gesunde Auge verschiedenen Farben nur durch gröſsere oder geringere Helligkeit unterscheiden können.

Bei näherer Untersuchung obiger Verzeichnisse findet man, daſs die Farbe, welche einem gesunden Auge weiſs erscheint, in *M's* Auge die Empfindung folgender Farben hervorbringt: Gelb, schwach gefärbt, Weiſs, Blau, Weiſs mit Gelb und Blau, Weiſs mit Blau und Gelb. Aus diesem leitet *Brewster* mehrere interessante Fragen ab, nämlich:

1. Welche Farbe entsteht für ein Individuum, das für gewisse Farbenunterschiede nicht empfänglich ist, aus der Vereinigung aller Farben des Spectrums?
2. Wenn die Vereinigung aller Farben des Spectrums Weiſs gibt, wie kommt es, daſs für *M.* das Weiſse ein Mal Gelb, ein anderes Mal Blau, und ein drittes Mal gar Weiſs erschien?
3. Wenn für *M's* Auge das Product der Vereinigung aller Farben nicht Weiſs, sondern eine Mischung aus Gelb und Blau ist, als derjenigen Farben, die er allein zu unterscheiden vermag, warum ist denn sein Weiſs etwas anderes, als eine Mischung von Blau und Gelb?

Es afficiren ihn zwar alle Strahlen als Licht, und erregen die Empfindung des Sehens, und sein Unvermögen, einige Farben zu unterscheiden, hat nicht seinen Grund in einer Unempfindlichkeit der Netzhaut für Strahlen von gewisser Brechbarkeit, auch nicht in einem besonderen Pigmente, das Einige zur Erklärung solcher Phänomene annehmen, und wodurch gewisse Strahlen

gehindert werden, zur Retina zu gelangen, sondern in einem Fehler des Sensoriums, wodurch es unfähig ist, jene Differenzen der Lichtstrahlen wahrzunehmen, worin die Farbe besteht.

Wenn ein Auge gar keine Farbe zu unterscheiden vermag, so muſs ihm das prismatische Farbenbild an der Stelle des stärksten Gelb (wo überhaupt die gröſste Lichtintensität Statt hat) licht erscheinen, und von da an gegen beide Enden zu immer dunkler werden, gerade so wie es einem gesunden Auge erscheinen würde, wenn es mit Tusch schattirt wäre.

Könnte das Auge nur eine Farbe wahrnehmen, wie z. B. Gelb, so würde das Spectrum in der Mitte gelb erscheinen, und gegen beide Enden zu in Schatten übergehen. Beim schnellen Drehen müſste dieses Spectrum durchaus gelb erscheinen, während es im vorher erwähnten Falle weiſs ausfallen müſste.

Bestünde für irgend ein Auge das Spectrum nur aus zwei Farben, z. B. aus Gelb und Blau, so müſste aus deren Vereinigung Grün hervorgehen, allein für diese Farbe ist ja das Auge nicht empfänglich. Es ist uns unbegreiſslich, wie dieses weiſs erscheinen kann. Die Netzhaut muſs an einigen Stellen von Blau, an anderen von Gelb afficirt werden, und es muſs dieselbe Empfindung daraus hervorgehen, als wenn man ein weiſses Object mit einem Auge durch ein blaues, mit dem anderen durch ein gelbes Glas besieht.

B. Meteorologie.

1. Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre. Von *Flaugergues.*

(Bibl. univ. Avril 1829, *p.* 265.*)*

Im vierten Bande, S. 231 dieser Zeitschrift war von den Barometerbeobachtungen die Rede, welche *Flauger-*

gues zu Viviers 19 Jahre hindurch ununterbrochen angestellt hat, und aus denen er eine Einwirkung des Mondes auf unsere Atmosphäre zu erkennen glaubt. Derselbe Beobachter hat seine Arbeit nun wieder ein Jahr lang fortgesetzt, so dafs sie sich vom 19. October 1808 bis zum 18. October 1828 erstrecken. Alle waren mit demselben Instrumente angestellt, und es wurde keine Mühe gespart, um recht scharfe Resultate zu erhalten; ja, was bei derlei Beobachtungen sonst nicht zu geschehen pflegt, sogar das Observationszimmer wurde ganz verfinstert, und die Beobachtung bei Kerzenlicht gemacht, um von der Tageshelle keinen Einflufs befürchten zu dürfen. Sein Barometer ward in der Zwischenzeit zwei Mal mit anderen Instrumenten von anerkannter Güte verglichen, und zwar mit einem Barometer von *Fortin*, das mit dem am königl. Observatorium zu Paris correspondirte, und Herrn *Gambart* gehörte, und mit einem anderen von *Lefranc.* Ersteres stand um $^1/_6$ Millim., letzteres um $^1/_4$ Millim. tiefer als das von *Flaugergues* gebrauchte, so, dafs man auch von dieser Seite keinen grofsen Fehler zu befürchten hat. Die Mittelwerthe der Barometerstände, welche sich aus den zur Zeit des wahren Mittags bei verschiedenem Stande und bei verschiedener Entfernung des Mondes von der Erde angestellten zwanzigjährigen Beobachtungen ergeben, sind folgende:

Mondesstand.	Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Barometerh. in Millim.
Allgemeines Mittel	7281	755.46
Conjunction oder Neumond . . .	247	755.48
Erster Octavschein	248	755.44
Erste Quadratur	247	755.40
Tag vor dem zweiten Octavschein	248	755.01

Mondesstand.	Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Barometerh. in Millim.
Zweiter Octavschein	247	754.79
Tag nach dem zweiten Octavschein	247	754.85
Opposition oder Vollmond . . .	246	755.30
Dritter Octavschein	246	755.69
Tag vor der zweiten Quadratur .	246	756.19
Zweite Quadratur	246	756.23
Tag nach der zweiten Quadratur .	247	755.87
Vierter Octavschein	247	755.50
Nördliches Lunistitium	271	755.75
Mond im Äquator	534	755.45
Südliches Lunistitium	272	755.48
Mond im Perigeum (mittlere Parallaxe 60′ 24″)	265	754.73
Horizontal-äquatorische Parallaxe		
60′	371	755.01
59′	529	755.30
58′	530	755.41
57′ (mittlere Distanz)	530	755.46
56′	529	755.50
55′	530	755.64
54′	354	755.75
Mond im Apogeum (mittlere Parallaxe 54′ 4″)	265	755.73

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daſs das Quecksilber im Barometer während eines synodischen Mondesumlaufes vom zweiten Octavschein, wo es am tiefsten steht, bis zur zweiten Quadratur steigt, und von da bis zum zweiten Octavschein wieder abnimmt. Der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum ist 1.44 Mill.

Man kann das Minimum und Maximum der Barometerhöhe leicht durch Rechnung aus den drei Mittagsbeobachtungen finden, welche zur Zeit des Minimum und Maximum am vorhergehenden und am nachfolgen-

den Tage Statt finden. Man drücke zu diesem Ende den Barometerstand durch die Ordinaten einer parabolischen Curve, deren Abscissen den Beobachtungszeiten entsprechen, aus, differenzire diese Gleichung, setze ihr Differenzial = o, und finde so die Zeit des Minimum oder Maximum. Wird diese dann in die Gleichung der Curve gesetzt, so erhält man den gesuchten Werth. So z. B. sind 755.01, 754.79, 754.85 Mill. die Barometerhöhen, welche am Tage vor dem zweiten Octavscheine, am Tage des Octavscheines, wo das Minimum eintritt, und am Tage darauf beobachtet worden sind. Zieht man von diesen zur Vereinfachung der Rechnung 754 ab, so bleiben 1.01, 0.79, 0.85. Die Gleichung, welche den Gang des Barometers ausdrückt, mag seyn

$$y = k x^2 + h x + g,$$

wo y den Barometerstand, x die Zeit zwischen den einzelnen Beobachtungen, also für gegenwärtige Zeit 0, 1, 2 bedeutet. Setzt man statt y und x obige Werthe, so erhält man:

$$1.01 = g, \quad 0.79 = k + h + g, \quad 0.85 = 4k + 2h + g,$$

mithin

$$h = -36, \; k = 14, \text{ und daher } y = 14x^2 - 36x + 1.01,$$

welche Gleichung $\frac{dy}{dx} = 28x - 36$, und daher für das Minimum $28x = 36$ oder $x = \frac{9}{7}$ gibt. Wird dieser Werth in obige Gleichung gesetzt, so bekommt man $y = 0.78$, und daher das Minimum des Barometerstandes 754.78 Mill. Auf dieselbe Weise findet man das Maximum gleich 756.26 Mill. Demnach beträgt der Unterschied zwischen diesen beiden Gröſsen 1.48 Mill.

Flaugergues sieht, seinen Beobachtungen gemäſs, das Daseyn einer atmosphärischen Ebbe und Fluth, die von der anziehenden Kraft des Mondes abhängt, als be-

wiesen an, doch hebt er die Unterschiede deutlich hervor, welche zwischen diesen zwei Fluthen Statt finden. Die Meeresfluth tritt während eines Mondestages zwei Mal, die Luftfluth aber nur ein Mal ein. Die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ist am gröſsten, wenn der Mond eine südliche Breite hat, und übertrifft die bei der gröſsten nördlichen Breite des Mondes Statt findende um 0.27 Mill. Auch die Entfernung des Mondes von der Erde modificirt seine Wirkung auf die Atmosphäre, doch ändert sich diese Wirkung nicht nach dem cubischen Verhältnisse der Parallaxe, wie es das Gravitationsgesetz fordert, woran wahrscheinlich die zufälligen Veränderungen des Luftdruckes Schuld sind, die wegen der zu geringen Anzahl der Beobachtungen noch auf die erhaltenen Resultate einen Einfluſs ausüben. Dieses ist aber nicht mit den durch diese Beobachtungen erhaltenen Mittelresultaten der Fall, für welche die Anzahl der Beobachtungen groſs genug ist, so daſs die beobachteten Veränderungen nur vom Mondesstande abhängen.

Flaugergues hat auch einige Barometerbeobachtungen angestellt, um den Gang der täglichen regelmäſsigen Schwankungen der Atmosphäre zu erkennen. Er hat zu diesem Ende ein Barometer über ein Jahr um 3, 4 und 5 Uhr früh beobachtet, und sich die Überzeugung verschafft, daſs das Minimum des Morgens in den langen Sommertagen, um das Sommersolstitium herum, oft um 3 U., öfter aber um 3 $^1/_2$ U. oder um 4 U. eintrete, in kurzen Wintertagen in der Nähe des Wintersolstitiums hingegen meistens um 4 $^1/_2$ U. oder um 4 U., den ganzen Rest des Jahres hindurch aber um 4 U. Von 4 U. früh steigt zu Viviers das Barometer, 977tägigen Beobachtungen gemäſs, bis 9 U. früh um 0.524 Mill., und fällt dann von 9 U. bis 3 U. Abends um 1.129 Mill. *Flauger-*

gues sucht mittelst einer ähnlichen Formel, wie die vorhin zum Behufe der Gröſse der Max. und Min., welche vom Mondesstande abhängen, gebrauchte, die stündlichen Veränderungen des Barometers, und findet so die stündliche Variation, wie folgt:

Stunde.	Stündliche Variation.	Stunde.	Stündliche Variation.
4 U. früh.	0.605 Mill.	10 U. früh.	1.074 Mill.
5 » »	0.816 »	11 » »	0.966 »
6 » »	0.988 »	Mittag.	0.804 »
7 » »	1.079 »	1 U. n. M.	0.589 »
8 » »	1.131 »	2 » »	0.321 »
9 » »	1.129 »	3 » »	0.000 »

Wer indeſs die schöne Arbeit *Carlini's* über diesen Gegenstand kennt (Zeitschr. V. Bd., S. 468), aus der hervorgeht, daſs die täglichen Oscillationen des Barometers der Erfolg einer zweifachen, nämlich einer physischen und einer dynamischen Wirkung der Sonne seyen, und daſs vermög ersterer eine 24stündige, vermög letzterer aber eine 12stündige Periode in den Oscillationen des Luftdruckes eintritt, der wird wohl einsehen, daſs es nicht angeht, diese Oscillationen durch die Gleichung einer parabolischen Curve auszudrücken, und daher den zuletzt angeführten Resultaten nicht volles Zutrauen schenken.

2. Über ein zu Plymouth beobachtetes Lichtphänomen. Von *Harvey*.

(Journ. of sc. N. 19, p. 146.)

Am 29. September 1828 sah man zu Plymouth um 6 U. 10 M. n. M. an der W. S. W. Seite des Himmels

eine weiſse Lichtsäule, die etwa 20° über dem Horizont stand, 20° lang und über 1° breit war; sie gewährte zwar einen ungewöhnlichen Anblick, doch war sie nicht ausgezeichnet bemerkenswerth. Nach Verlauf von 5 M. nahm ihre Gröſse ungewöhnlich zu, sie erschien mit ungewöhnlichem Glanze zwischen *α Lyrae* und *α Aquilae*, schnitt den Äquator 10° südlich von *α Cygni*, und gewann eine doppelt so groſse Breite, als sie anfangs hatte. Von einem höheren Standpuncte aus gesehen, schien dieses Phänomen um 8 U. 27 M. sich quer über das ganze Firmament zu erstrecken, und zwischen β und γ *Andromedae* durchzugehen, die Plejaden zu decken, und an der Ostseite gegen den Horizont sich zu neigen. Während dieser Veränderung nahm das westliche Stück des Bogens an Länge zu, senkte sich bis 10° gegen den Horizont, wo es durch Wolken verdunkelt wurde, beugte sich gegen Norden, und deckte β *Ophiuehi.* Da stellte sich das Phänomen als prächtiger, silberweiſser, über 4° breiter, vollkommen begrenzter Lichtbogen dar, dessen Richtung, abgesehen von der Ausbeugung, nahe mit der Ebene der Neigungsnadel übereinstimmte, am westlichen Ende am hellsten war, so daſs seine Lichtstärke gegen Osten hin successiv abnahm. Sein Licht war ganz ruhig, nicht schimmernd, nur um 8 U. 40 M. zeigte sich ein schwacher Schimmer um die Plejaden, und der daselbst sichtbare Lichtbogen schien sich in undeutliche Lichtschichten in der Richtung von Nord gegen Süd aufzulösen. Nach und nach verlor sich dieser Glanz ganz, und um 9 ½ U. war der ganze Himmel mit Dunst erfüllt, und keine Spur von einer Lichterscheinung mehr zu sehen. Während dieser ganzen Dauer dieses Phänomens erschien die Milchstraſse auffallend hell.

3. Merkwürdige Bildung der Wolken. Von *Harvey.*

(Journ. of sc. N. 19, p. 33.)

Im October 1828 sah man zu Plymouth an einem Tage, der den warmen und heiteren Junitagen nicht nachstand, an der Südseite des magnetischen Meridians sehr zart und schön gebildete *Cirro-cumuli.* Sie divergirten bald nach mehreren Richtungen, erreichten zuletzt in gleichförmiger Anhäufung den Nordpol des Meridians, und gewährten einen Anblick wie die auf einem Globus gezogenen Meridiane. Die Streifen, welche durch das Zenith gingen, und deren Axe mit dem magnetischen Meridiane nahe zusammenfiel, zeichneten sich besonders durch ihre regelmäſsige Bildung und symmetrische Anordnung der kleinsten Wölkchen aus. Nach und nach nahm die Breite der einzelnen Streifen ab, und sie endeten in einer Höhe von 14° — 15° über dem Horizont, und dabei schienen die unteren derselben in *Cirro-stratus* übergegangen zu seyn.

Dieses Schauspiel dauerte den ganzen Nachmittag hindurch, und nahm um 6 ½ Uhr Abends, wo die Sterne zugleich sichtbar wurden, ein besonderes interessantes Aussehen an. Um 7 Uhr begannen Dünste aufzusteigen, und vor 8 Uhr war der ganze Himmel in Dunst gehüllt. Dabei herrschte ein Wind aus OSO.

4. Beitrag zur Lösung der Frage, ob die Regenmenge im Steigen begriffen sey.

(Bibl. Ital. Dec. 1828.)

In keinem Lande Europas wird auf das Wasser, seine Beschaffenheit und Menge, ein sorgfältigeres Augenmerk gerichtet, als in Oberitalien. In unzählige Canäle vertheilt, durch zahlreiche Wasserwerke unterstützt, ist

es der wirksamste, unentbehrlichste Hebel aller Production geworden. Kein Wunder also, wenn die heftigen Regengüsse, die wiederholten, furchtbaren Überschwemmungen der neuern Zeit, die Bergstürze, die das Alpengelände häufig verwüsteten, wie auch die Betrachtung, dafs die wachsende Verödung der Bergwaldungen nicht ohne schädliche Folgen bleiben könnte, dafs hiedurch nothwendig die naturgemäfse Vertheilung des verdunstenden Wassers gehemmt, und hingegen zwar seltener, aber desto heftigere und anhaltendere Regengüsse erzeugt werden müfsten, zur Annahme veranlafsten, die jährliche Regenmenge sey (während der letzten Decennien), wenigstens auf der Südseite der Alpen, in stäter Zunahme begriffen.

Diese Behauptung stellte schon in den 80ger Jahren *Chiminello* (*Memorie dell' Accademia di Siena, Tomo VI.*) auf, und sie fand viele Jahre hierauf in dem berühmten Astronomen *Cesaris* (Mailänder Ephemeriden für 1816, und ausführlicher in den *Memorie della Società italiana*, Band 18, Heft 1.) einen warmen Vertheidiger. Er gründete seine Meinung auf die meteorologischen Beobachtungen des Mailänder Observatoriums, die in einer unterbrochenen Reihenfolge von 1763 bis 1817 gehen, und für die ersten 27 Jahre (von 1763 — 1790) im Mittel eine jährliche Regenmenge von 33′ 6″, und für die zweiten 27 Jahre (von 1790 — 1817) von 37′ 2″ geben. Gegen diesen Schlufs machte *Arago* (*Annuaire de Paris, pour 1825, pag. 154*) die gerechte Einwendung, dafs, ehe man ihn zulassen könne, erst bewiesen werden müfste, dafs eine Periode von 27 Jahren hinreiche, ein von allen zufälligen Modificationen freies Resultat zu geben. Ein Einwurf, der um so gegründeter erscheint, wenn man bedenkt, dafs (nach der beigefügten Tafel) die Regenmengen der einzelnen Jahre, aus denen man obige

Mittelwerthe berechnete, in den ersten 27 Jahren von 26'' bis auf 47'',5, und in den zweiten 27 Jahren von 24'',7 bis auf 58'',9 variiren.

1828 hat *Joseph Castellani* (ehemaliger Inspector erster Classe des k. sardinischen Geniecorps, in seinem Werke: *Observations sur le révenu, che les gouvernements peuvent tirer, en dirigeant le cours des eaux etc. etc.*, Turin 1828, 23 Seiten) von neuem diese Annahme vertheidigt, und vorzüglich die im Eingange dieses Aufsatzes erwähnten Gründe haben ihn bestimmt, eine Zunahme der Regenmenge zu behaupten, und der Entholzung der Gebirge zuzuschreiben. Dieses Werkchen *Castellani's* hat nun die Harausgeber der *Biblioteca Italiana* (unter denen *Carlini* das mathematische und physikalische Fach besorgt) veranlaſst, die Beobachtungen der letzten 11 Jahre (von 1817 — 1828) mit denen der vergangenen 54 zu vergleichen, und durch die strengsten Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Statthaftigkeit jener Annahme, und die muthmaſsliche Gröſse dieser Zunahme der Regenmenge auszumitteln. — Diese schöne Anwendung des Calculs auf die meteorologischen Erscheinungen, und die Wichtigkeit der Frage, welche Veränderungen die Menschenhände in dem Clima eines Landes hervorzubringen vermögen, scheinen wohl auch die gegenwärtige Bearbeitung zu rechtfertigen. Zuerst wollen wir, als Basis der Berechnung, die Tafel der jährlichen Regenmengen, wie sie von 1764 — 1828 am Observatorium in Mailand beobachtet wurden, beifügen:

Jahre	Regenmenge.	Jahre	Regenmenge.	Jahre	Regenmenge.
1764	34″, 7‴,32	1786	39″, 8‴,66	1808	27″, 1‴,12
1765	47″, 6‴,13	1787	32″, 9‴,71	1809	37″, 6‴,63
1766	32″, 2‴,12	1788	40″, 7‴,00	1810	49″, 7‴,97
1767	33″, 11‴,60	1789	27″, 10‴,43	1811	33″, 5‴,33
1768	33″, 0‴,41	1790	28″, 2‴,23	1812	39″, 5‴,13
1769	33″, 2‴,75	1791	39″, 11‴,76	1813	43″, 10‴,51
1770	30″, 9‴,40	1792	29″, 11‴,95	1814	58″, 11‴,58
1771	25″, 11‴,52	1793	39″, 11‴,65	1815	36″, 5‴,54
1772	40″, 5‴,76	1794	33″, 9‴,57	1816	32″, 11‴,67
1773	35″, 6‴,03	1795	40″, 6‴,85	1817	24″, 8‴,48
1774	28″, 8‴,95	1796	38″, 5‴,64	1818	35″, 8‴,45
1775	26″, 9‴,94	1797	39″, 3‴,37	1819	40″, 3‴,23
1776	33″, 2‴,95	1798	35″, 10‴,74	1820	35″, 4‴,94
1777	38″, 6‴,89	1799	34″, 4‴,63	1821	42″, 3‴,72
1778	30″, 5‴,06	1800	32″, 0‴,01	1822	32″, 5‴,19
1779	29″, 1‴,05	1801	44″, 2‴,32	1823	39″, 9″,85
1780	32″, 4‴,70	1802	31″, 10‴,28	1824	36″, 3‴,76
1781	34″, 4‴,10	1803	29″, 3‴,00	1825	30″, 5‴,76
1782	28″, 0‴,17	1804	41″, 8‴,30	1826	47″, 6‴,63
1783	38″, 0‴,65	1805	30″, 11‴,02	1827	41″, 1‴,64
1784	33″, 7‴,32	1806	41″, 9‴,10	1828	25″, 8‴,22
1785	33″, 9‴,83	1807	36″, 4‴,16		

Die gröfste Regenmenge war 1814, sie erreichte beinahe 59′, die kleinste war 1817 von weniger als 29′; die Menge steigt und fällt sprungweise ohne irgend ein ausgesprochenes Gesetz. Wir wollen nun untersuchen, ob nicht ungeachtet dieser Variationen ein Streben zu einer fortschreitenden Vermehrung oder Verminderung bemerkbar werde. — In der Voraussetzung, dafs die fortschreitende Vermehrung = 0 sey, so wäre die *wahrscheinliche* Regenmenge was immer für eines Jahres gleich dem arithmetischen Mittel aller obigen Regenmengen,

also 35′, 7″,43, und die Differenz zwischen diesem und dem wirklichen Werthe käme auf die Rechnung zufällig eingeschrittener Ursachen. Die Summe der Quadrate dieser Differenzen gäbe den Maſsstab der Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese. Man findet diese Summe = 366954.

Geht man aber von der Voraussetzung aus, daſs die Regenmenge in stäter Zunahme begriffen sey, deren jährliche Gröſse wir b nennen wollen, so muſs man zur Bestimmung dieser Gröſse eben so viele Gleichungen von der Form $p = a + bn$ bilden, als Jahre der Beobachtung vorliegen (also 65), wo a eine beständige Gröſse, n die Anzahl der von einer bestimmten Epoche, z. B. vom Jahre 1800 aus, vor- und rückwärts gezählten Jahre, und p die entsprechende beobachtete Regenmenge bezeichnet.

Man hat also die Gleichungen:

$$a - 36 \, . \, b = 34'', 7'''.32,$$
$$a - 35 \, . \, b = 47'', 6'''.13,$$
$$. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$
$$a + 27 \, . \, b = 41'', 1'''.64,$$
$$a + 28 \, . \, b = 25'', 8'''.22.$$

Da die Anzahl der Gleichungen gröſser ist als die der Unbekannten, so muſs man die Methode der kleinsten Quadrate anwenden.

Nun ist die Summe der arithmetischen Reihe

$$-36 - 35 - \ldots + 27 + 28 = \frac{-8.65}{2} = -260,$$

und die Summe der Reihe der Quadrate

$$(-36)^2 + (-35)^2 + \ldots + (27)^2 + (28)^2 =$$
$$= \tfrac{1}{6}\, 36 . 37 . 73 + \tfrac{1}{6}\, 28 . 29 . 57 = 23920,$$

daher findet man nach Reduction der Zolle auf Linien die beiden Gleichungen

$$65\,a - 260\,.\,b = 27782''' \,78$$
$$-260\,a + 23960\,.\,b = -89305'''\,03 \quad \text{oder}$$
$$a - 4\,.\,b = 427'''\,43$$
$$a - 92\,.\,b = 343'''\,48,$$

daher $a = 431'''\,25$, $b = 0{,}954$, folglich betrüge die jährliche Zunahme der Regenmenge etwas weniger als eine Linie.

Um den Grad der Wahrscheinlichkeit dieser zweiten Hypothese zu beurtheilen, berechnen wir für jedes Jahr die Gröſse p nach der Formel

$$p = 431'''\,25 + n\,.\,0{,}954,$$

und vergleichen sie mit dem aus den Beobachtungen gefundenen Werthe dieser Gröſse; die Differenz beider stellt die aus zufälligen Ursachen entstandenen Störungen dar. — Die Summe der Quadrate dieser Differenzen gibt das Maſs der gesuchten Wahrscheinlichkeit.

Nach der ersten Hypothese war die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Gröſsen 366954, nach der letztern bloſs 346076, daher die Annahme einer allmäligen Zunahme der Regenmenge mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als die Meinung jener, die einen an kein ähnliches Gesetz gebundenen Wechsel dieser Menge behaupten. Jedoch ist das Übergewicht so klein, daſs man bis jetzt *Arago's* Einwurf für unwiderlegt halten, und einen gröſsern Zeitraum ausharren muſs, ehe man über diese Materie etwas Sicheres aufzustellen wagen darf. Vielleicht wird sich *Toaldo's* Ansicht bestätigen, der (schon 1772) eine periodische Wiederkehr von Regenjahren darzuthun versuchte.

C. Allgemeine Physik.

1. Über die Spannkraft der Wasserdünste. Von *R. Tregaskis*.

(*Journ. of sc. N.* 19, *p.* 68.)

Tregaskis will durch Vergleichung mehrerer Experimentaluntersuchungen über die Spannkraft der Wasserdünste gefunden haben, daſs die Spannkraft, welche derselbe bei einer bestimmten Temperatur besitzt, verdoppelt wird, wenn man diese Temperatur, vom Eispuncte an gerechnet, um $\frac{1}{5} = 0.2$ vermehrt. Da bei der Siedhitze des Wassers die Expansivkraft der Dünste 30 engl. Z. beträgt, und das *Fahrenh.* Thermometer auf 212° oder 180° über dem Eispunct steht, so bekommt man für die Temperaturen über dem Eispunct

$180 \times 1.2 = 216$ die Spannkraft $30 \times 2 = 60$,
$216 \times 1.2 = 259.2$ » » $60 \times 2 = 120$,
$259 \times 1.2 = 311.04$ » » $120 \times 2 = 240$,

oder für die nach *Fahrenheit's* Scale angegebenen Temperaturen

$216 + 32 = 248°$ die Spannkräfte 60 Z.
$259.2 + 32 = 291°.2$ » » 120 »
$311.04 + 32 = 343°.04$ » » 240 »

Dieser Regel gemäſs erhält man folgende Tafel der Expansivkräfte:

Temperatur vom Eispuncte an.	Zugabe, um die Spannkraft zu verdoppeln.	*Fahrenheit'*-sche Grade.	Spannkraft in Zollen.	Atmosphäre.
150°	30°	182°	15	1/2
180	36	212	30	1
216	43	248	60	2
259.2	52	291.2	120	4
311.04	62	343.04	240	8

Temperatur vom Fispuncte an.	Zugabe, um die Spannkraft zu verdoppeln.	*Fahrenheit'*sche Grade.	Spannkraft in Zollen.	Atmosphäre.
373.248	74°	405.248	480	16
447.897	90	479.897	960	32
537.477	107	569.477	1920	64
644.972	129	676.972	3840	128
773.967	155	805.967	7680	256
928.760	186	960.760	15360	512
1114.512	—	1146.512	30720	1024

Zur Vergleichung dieser Resultate mit den durch directe Versuche gefundenen führt der Verfasser nur weniges an, das hier zusammengestellt folgt:

Temperatur.	Spannkraft.	Beobachtet von
182°	15.86	*Dalton.*
248.5	60.40	*Ure.*
290	120.15	*Ure.*
293	120	*Southern.*
343.6	240	*Southern.*

Durch Vergleichung dieser Resultate mit den nach der vorhergehenden Regel gefundenen kann man wohl die Überzeugung gewinnen, daſs man auf diesem Wege ein erträglich richtiges Resultat erhält, und demnach die Regel für den Practiker bei hohen Temperaturen von Nutzen seyn kann, wenn man auch nicht erwarten darf, daſs sich die Spannkräfte dadurch genau angeben lassen.

Zur leichtern Berechnung fügt der Verfasser noch die Formel bei, nach welcher dieser Regel gemäſs die Rechnung logarithmisch vorzunehmen wäre.

Allein diese Formel ist unrichtig, wovon man sich sowohl dadurch überzeugen kann, daſs man einzelne

Resultate darnach berechnet, und sie mit denen in der vorhergehenden Tabelle enthaltenen vergleicht, oder dadurch, dafs man die Deduction einer solchen Formel nach obiger Regel selbst vornimmt. Heifst nämlich t die Temperatur nach *Fahrenheit's* Scale, für welche die Spannkraft der Dünste berechnet werden soll, mithin $t - 32 = \tau$ die Temperatur über dem Eispuncte, E die gesuchte Spannkraft; so hat man obiger Regel gemäfs

$$180 \times 1.2^n = \tau,$$
$$30 \times 2^n = E,$$

und hieraus

$$n = \frac{\log.\tau - \log.180}{\log.1.2}, \quad n = \frac{\log.E - \log.30}{\log.2},$$

mithin

$$(\log.\tau - \log.180)\frac{\log.2}{\log.1.2} = \log.E - \log.30$$

und

$$\log.E = 3.802\,(\log.\tau - \log.180) + \log.30;$$

weil aber

$$3.802 \times \log.180 = 8.57454 \quad \text{und} \quad \log.30 = 1.47712$$

ist, so erhält man

$$\log.E = 3.802\,\log.\tau - 7.09742.$$

Tregaskis Formel heifst

$$\log.E = 3.802\,\log.t,$$

wo die Temperatur der Dünste E ihre Spannkraft in der Voraussetzung ist, dafs man die bei der Siedhitze des Wassers herrschende als Einheit annimmt.

2. Über die Krümmung der Wasserwagen. Von *Nixon*.

(Phil. Mag. March. 1829, *p.* 175.*)*

Nixon erhielt schon vor mehreren Jahren von *Dollond* ungefafste Wasserwagen von 6 Zoll Länge und $^1/_2$ Z. im Durchmesser. Die Blasen bewegten sich bei einer

Änderung der Neigung von 1 Secunde um $^1/_{40}$ Z. Diese Wasserwagen benützte er, um sich von den Umständen zu überzeugen, unter welchen sich ihre Krümmung ändert. Bevor aber die zu diesem Ende angestellten Versuche erzählt werden, ist es nothwendig, vorauszuschicken, wie der Werth der Scale einer Wasserwage nach *Nixon* bestimmt werden kann. Dieses geschieht auf folgende Weise:

Man schneide von steifem Papier einen rechtwinkeligen Streifen von gehöriger Länge und $^1/_4$ Z. Breite ab, und drücke ihn an die mit haltbarem Kleister versehene Glasröhre so an, dafs eine Kante desselben genau in die Ebene fällt, welche durch die Axe der Wasserwage und die Blase geht. Ist der Kleister getrocknet, so theile man das Papier in gleiche, aber sehr kleine Theile, und versehe sie mit Ziffern. Diese Wasserwage wird nun zu einem Theodolith gebraucht, und der Werth jeder Abtheilung ihrer bisher willkürlichen Scale gesucht. Zu diesem Ende wird das Fernrohr so gestellt, dafs dessen optische Axe auf der Wasserwage senkrecht steht, der Nonius des verticalen Kreises auf den Nullpunct desselben einspielt, und es sich gerade über zwei Schrauben des Fufsgestelles befindet. In dieser Stelle befestige man die Klemmung des horizontalen Kreises, bewege mittelst dieser Schrauben die Blase der Wasserwage bis zum Nullpunct ihrer Scale, und merke sich den Stand beider Enden. Hierauf treibe man die Blase mit der Tangentialschraube des verticalen Kreises gegen das andere Ende der Scale, und merke sich den Stand seiner beiden Endpuncte wieder. Die halbe Differenz aus der Summe der Zahlen, welche die Endpuncte der Blase in jeder Stellung bezeichnen, gibt nun offenbar den von der Blase zurückgelegten Raum an, und dieser mifst im Bogen den Winkel, um den das Fernrohr geneigt wurde.

Wird diese Messung öfters wiederholt, und aus allen Resultaten der Mittelwerth genommen, so erhält man den Werth einer Abtheilung der Scale mit grofser Genauigkeit. Auf ähnliche Weise, nur mit dem Unterschiede, dafs sich *Nixon* eines Horizontalsectors statt eines Theodoliths bediente, wurde die Krümmung einer Wasserwage ausgemittelt, und mit einer anderen unter verschiedenen Umständen befindlichen verglichen. Bei allen diesen Versuchen war die Axe der zu vergleichenden Libelle mit der am Sector parallel; die Blase wurde, weil eine ungleichförmige Krümmung zu besorgen war, nicht bis ans Ende der Röhre getrieben. Jedes Resultat ist ein Mittel aus drei oder vier Versuchen, bei deren jedem ein Winkel von 100″ gemessen wurde.

1. Zwei Yförmige Träger, von einem 0.1 Z. dicken Mahagonybret geschnitten, wurden auf der oberen Fläche einer unbiegsamen Eichenstange befestigt, und auf den Cylinder des Sectors gelegt. In jene Träger kam die Wasserwage ohne Fassung zu liegen, so, dafs jedes Ende derselben über die Träger um $^1/_3$ ihrer Länge hervorragte. Der von der Blase dieser Röhre zurückgelegte Raum wurde mit dem verglichen, durch welchen sich unter denselben Umständen die Blase des Sectors bewegte. Da zeigte sich der Werth einer Abtheilung ihrer Scale (von $^1/_{40}$ Z. Länge) gleich 1″.480.

2. Die Träger wurden mit Leim überstrichen, die Libelle darauf gestellt, so dafs sie genau die vorhergehende Lage wieder hatte, und das Trocknen des Leimes ohne vorläufigen Druck abgewartet. Da betrug der Werth jeder Theilung der Scale 1″.683.

3. Als die Libellen an den metallenen Arm des Sectors auf gleiche Weise befestiget wurden, betrug jede Theilung der Scale 1″.854.

4. Die Libellen wurden an eine Mahagonystange ge-

leimt, die 8 Z. lang war, und 1 Quadratzoll im Durchschnitte hatte, auf dem Cylinder des Sectors befestiget, und nach Verlauf von ein Paar Tagen der Werth der Scale untersucht, und jeder Theil derselben 1''.854 gefunden. Am folgenden Tage gab ein wiederholter Versuch 1''.853.

5. Die Glasröhre wurde nun in Stahl gefaſst, und der Fassung gerade so viel Dicke gelassen, um die Libelle in ihrer Position zu erhalten. Der Werth eines Theiles der Scale betrug 1''.684.

6. Die Röhre wurde in ihrer Fassung lose gemacht, und nur an den Enden mit Baumwolle befestiget. Eine Abtheilung der Scale betrug 1''.915.

7. Die Glasröhre wurde auf die Mahagonyträger gebracht, so daſs ein Ende derselben um 2 Z., am anderen kaum um 1/2 Z. über die Träger herausragte. Werth einer Abtheilung 1''.615.

8. Die Träger wurden weiter von einander entfernt, so daſs die Röhre um 1/4 Z. zu jeder Seite derselben hervorstand. Da betrug der Werth einer Abtheilung der Scale 1''.703.

Wiewohl aus allen diesen Versuchen die Ursache der Änderung in der Krümmung der Libellen nicht klar hervorgeht, so beweisen sie doch, daſs die Libellen durch die Fassung an Empfindlichkeit verlieren, und daſs man die Richtigkeit der Angabe des Werthes jeder Scale, wie er von Künstlern angegeben wird, erst durch genaue Versuche ausmitteln müsse.

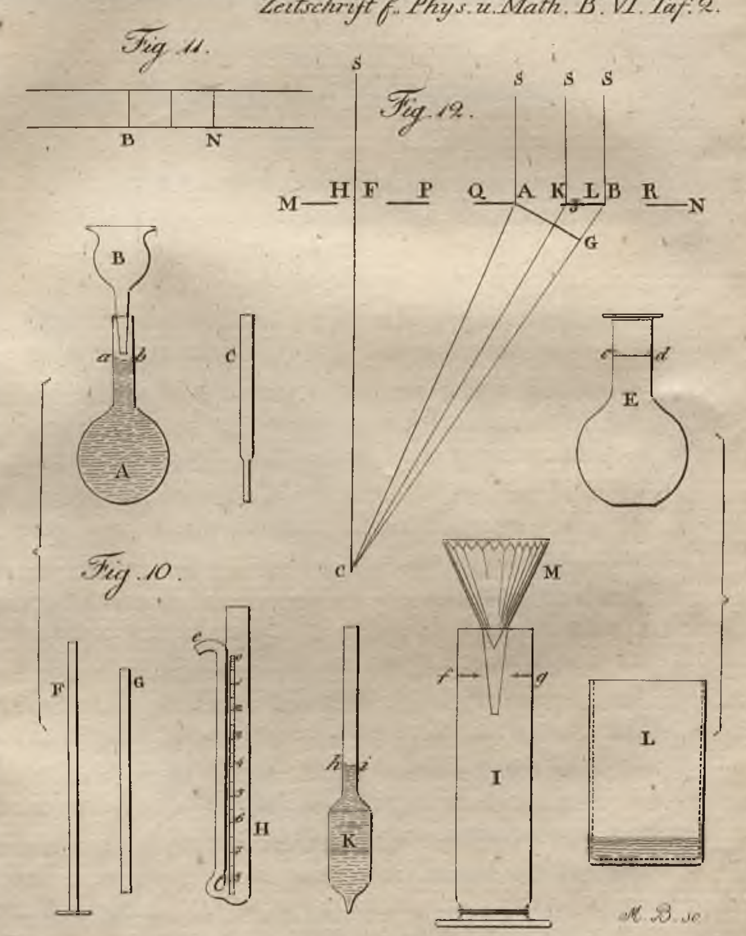
3. Das Innere der Erde. Von *Leslie.*

(Phil. journ. N. 11, p. 84.)

Leslie sucht durch Anwendung des Gravitationsgesetzes und der Zusammendrückbarkeit der Stoffe auf die Bestandtheile unserer Erde zu beweisen, daſs letztere

im Inneren hohl sey, und das intensivste Licht enthalte. Seine Schlufsweise besteht in Folgendem:

Alle Körper sind zusammendrückbar, und werden wegen der nach dem Innern der Erde immer zunehmenden Schwere immer dichter, je näher sie dem Mittelpuncte der Erde kommen. Luft hat schon in der Tiefe von 163 $^1/_4$ engl. Meilen, Wasser in der Tiefe von 362 $^1/_2$ Meilen die Dichte des Quecksilbers, ja selbst Marmor erscheint in der Tiefe von 287 $^2/_3$ M. doppelt so dicht als an der Erdoberfläche. In der Tiefe von 395 $^3/_5$ M., welche kaum $^1/_{10}$ des Erdhalbmessers beträgt, wäre die Luft schon 101960 Billionen Mal, Wasser 4.3492 Mal, und Marmor 3.8095 Mal dichter als diese Stoffe an der Erdoberfläche erscheinen. Im Mittelpuncte der Erde erscheint Marmor 119 Mal, Wasser 3009000 Mal, und die Luft so stark verdichtet, dafs sich ihre Dichte nur durch 169 Ziffer ausdrücken läfst, wovon die drei links stehenden 764 sind. Da nun die Erde nur fünf Mal dichter als Wasser erscheint, so mufs sie im Innern gröfstentheils hohl seyn. Weil aber an einen leeren Raum nicht zu denken ist, so kann ihr Inneres nur von einer Masse erfüllt seyn, deren Elasticität ungeheuer grofs ist. Als solche gilt das Licht, das 640 Billionen Mal elastischer ist als die Luft, und daher durch seine abstofsende Kraft der comprimirenden Kraft im Innern der Erde entgegenwirken kann. Doch mufs auch dieses sehr concentrirt seyn, und demnach im inneren Raume der Erde blendende Lichtfülle herrschen.


Fig. 11.
B
N
Fig. 12.
S
S S S
M H F P Q A K L B R N
J
G
C
B
a b
A
C
c d
E
Fig. 10.
M
e
F
G
H
h i
K
f g
I
L
M. B. sc.

